

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Кафедра геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Комплексное эколого-геохимическое исследование золошлаков ТЭЦ ЗАТО Северск (Томская область)

УДК 621.311.22:628.4:624.137

Студент

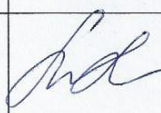
Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Ваганов Артем Михайлович		

Руководитель

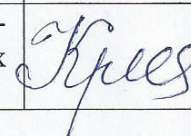
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Доктор геолого- минералогических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульников М.Р.	Кандидат географических наук		24.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Н.В.	Кандидат геолого- минералогических наук		07.06.16г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав.кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Кафедра геоэкологии и геохимии	Языков Егор Григорьевич	Доктор геолого- минералогических наук		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов

Направление подготовки экология и природопользование

Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Ваганов Артем Михайлович

Тема работы:

Комплексное эколого-геохимическое исследование золошлаков ТЭЦ ЗАТО Северск (Томская область)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№2818/С от 12.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Техническое задание на выполнение НИР Разработка опытной технологии извлечения шлакового песка, концентратов алюмосиликатной микросферы и угольного недожога из ЗШМ (золохранилище №2) ТЭЦ ЗАТО Северск.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Северска; 2. Состав и свойства зол и шлаков угольных ТЭС 3. Положение и общая характеристика золоотвала 4. Методика исследований 5. Вещественный состав золошлаков 6. Направления комплексной переработки золошлаков 7. Финансовый менеджмент,

	ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 8. Социальная ответственность
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Схема опробования золоотвала №2 г. Северск
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Цибульникова М.Р.
«Социальная ответственность»	Крепша Н.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Доктор геолого-минералогических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Ваганов Артем Михайлович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Ваганов Артем Михайлович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:


1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Литературные источники;</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>Методические указания по разработке раздела;</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений.	<i>Сборник сметных норм на лабораторные исследования при геолого-экологических работах. ССН. Вып.7А– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с. Сборник сметных норм ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород»</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Формирование плана и графика работ исследования	<i>1.Расчёт затрат времени и труда по видам работ</i>
2. Обоснование необходимых инвестиций для работ исследования	<i>2.Нормы расхода материалов</i>
3. Составление бюджета научного проекта	<i>3.Общий расчет сметной стоимости</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибулькикова М.Р.	к. г. н.		27.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Ваганов Артем Михайлович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНОГО
ЭКОЛОГО - ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВ ТЭЦ ЗАТО
СЕВЕРСК»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Ваганов Артем Михайлович

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

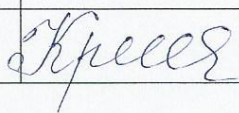
1. Характеристика объекта исследования	<p>Золоотвал №2 находится в западной части на территории ЗАТО Северск (Томская область). При аварийных ситуациях оно является чрезвычайно опасным объектом.</p> <p>Работы проводятся в два этапа: лабораторный (подготовка проб для дальнейшего анализа) и камеральный (анализ и систематизация данных лабораторно-аналитических исследований).</p> <p>В ходе исследований изучается химический и минералогический состав золошлаковых отходов с золоотвала №2 Северской ТЭЦ</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Профессиональная социальная безопасность	<p>В данном разделе приводится описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при лабораторных и камеральных работах.</p> <p>Вредные факторы: отклонение параметров микро-климата в помещении; повышенная запыленность и загазованность помещений; недостаточная освещенность рабочей зоны; повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой.</p> <p>Опасные факторы: электрический ток; пожарная взрывная опасность.</p> <p>Также описываются меры по их возможному предотвращению, а в случае возникновения – ликвидация последствий.</p>
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<p>В данном разделе описывается безопасность при возникновении ЧС в аудиториях и корпусах где проводится лабораторный и камеральный этап</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Уч.степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Нина Владимировна	К. Г.-М. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Ваганов Артем Михайлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра с.85, рис 29, табл.15, 41 источник.

Ключевые слова: отходы, ТЭС, золошлаки, золоотвал.

Объектом исследования являются золошлаки золоотвала №2 ЗАТО Северск

Цель работы – провести комплексное эколого-геохимическое исследование золошлаков золоотвала №2 ТЭЦ ЗАТО Северск

В процессе исследования проводились: комплексные эколого-геохимического исследования золошлаков. Подробно рассматривались следующие вопросы:

1) Характеристика района расположения объекта, 2) Состав и свойства золошлаков, 3) Положение и общая характеристика золоотвала №2. Учитывая полученную информацию, была: 1) Обоснована методика и организация работ, 2) Выбраны виды, методики исследования проб золошлаков с золоотвала №2. В качестве спец вопроса был изучен минералогический и вещественный состав золошлаков, ресурсы золоотвала №2, предложены комплексные методы переработки золошлаков.

Область применения: результаты могут быть использованы для разработки технологии комплексной переработки золошлаков для различных сфер деятельности.

Экономическая значимость:

В будущем планируется комплексная переработка золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ с целью извлечения попутных ценных элементов и получения строительных материалов для различных отраслей промышленности.

Оглавление

Введение.....	9
Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Северска.....	11
Глава 2. Состав и свойства зол и шлаков угольных ТЭС.....	22
2.2 Ферросферы.....	26
Глава 3. Положение и общая характеристика золоотвала.....	28
3.1 Золоотвал №2 Северской ТЭС.....	31
Глава 4. Методика исследований.....	33
4.1 Методика опробования.....	33
4.2 Подготовка проб.....	34
4.3 Аналитическое обеспечение последующих исследований.....	35
Глава 5. Вещественный состав золошлаков.....	40
Глава 6. Направления комплексной переработки золошлаков.....	53
6.1 Перспективные направления промышленного использования алюмосиликатных полых микросфер.....	54
6.2 Производство и потребление алюмосиликатных полых микросфер.....	56
6.3 Потенциальные области применения магнитных микросфер.....	56
6.4 Инновационная технология глубокой и полной переработки золы углесжигания как альтернатива традиционному накоплению и складированию.....	59
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	63
7.1 Техничко-экономическое обоснование.....	63
7.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ.....	64
7.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ.....	67
7.4 Общая стоимость лабораторных анализов.....	67
Глава 8. Социальная ответственность при проведении комплексного эколого-геохимического исследования золошлаков ТЭЦ ЗАТО Северск.....	69
8.1 Профессиональная социальная безопасность.....	69
8.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	70
8.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	72
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
Заключение.....	80
Список литературы.....	81

Введение

Вопросы экологии и экономики использования твердых органических топлив для получения тепловой и электрической энергии, а также утилизация продуктов их сжигания становятся все более актуальными не только в масштабах нашей страны, но и в мировой практике.

Образование отходов производства, в частности золошлаковых отходов, формирует ряд трудностей. Одна из основных - это нарушение состояния окружающей среды. К тому же, золоотвалы с течением времени истощаются в плане размещения на них новых отходов. По предварительной оценке масса отходов, находящихся на территории золоотвала №2 Северской ТЭС – около 12 млн. тонн.

Решением данной проблемы является полная комплексная переработка золошлаков с получением группы строительных материалов, извлечением ряда ценных элементов, накопленных углями в ходе геологической истории их формирования, таких как цирконий, иттрий, редкоземельные и другие металлы, имеющие высокую цену и стабильный спрос на мировом рынке. Например, развитие редкоземельной промышленности в последние годы характеризуется устойчивыми высокими темпами. Это объясняется постоянным расширением сферы применения соединений редких, в том числе редкоземельных элементов, потребителями которых в последнее время стали металлургия, электроника, производство магнитов, керамики, люминесцентных материалов.

Золошлаки золоотвала №2 Северской ТЭС могут использоваться для дорожно-строительных работ, для производства пеногазобетона, силикатного кирпича. Золошлаковые материалы могут замещать такое сырье как песок (в т. ч. мелкофракционный), керамзит, щебень.

Золошлаковые отходы Северской ТЭС, образующиеся в процессе сжигания углей Кузнецкого бассейна, могут рассматриваться в качестве потенциального источника редких элементов. В кузнецких углях установлены высокие, в ряде случаев возможно промышленно значимые концентрации редких металлов []. Наличие большого спектра ценных и токсичных элементов,

с одной стороны, оказывает отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду, а с другой – может стать потенциальной сырьевой базой региона. Поэтому необходимо провести ряд исследований, направленных на оценку ресурсов и разработку малоотходной технологии извлечения ценных компонентов из продуктов сжигания углей Северской ТЭС [].

Цель работы – провести комплексное эколого-геохимическое исследование золошлаков ТЭЦ зато северск

Задачи исследований:

1. Исследование минералогического и вещественного состава проб золошлаков золоотвала №2
2. Расчет ресурсов золотвала №2
3. Изучение методик и подходов комплексной переработки и утилизации отходов золошлаков.

Фактический материал и методы исследования:

Для изучения проб золошлаковых оходов использовались:

- Шлиховой (бинокулярный стереоскопический микроскоп LeicaZN 4D с видео-приставкой)
- Растровая электронная микроскопия (микроскоп Hitachi S-3400N)
- Рентгеновская дифрактометрия (дифрактометр Bruker D2 Phaser)

Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Северска

Физико-географические условия района исследования

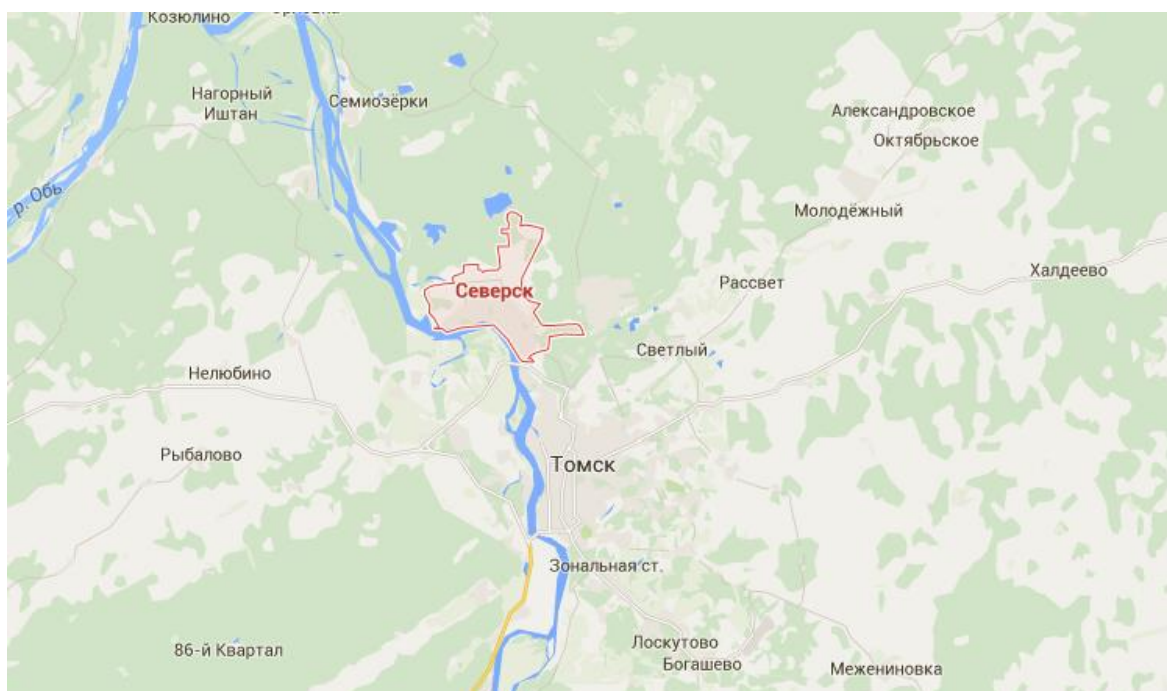
Исследуемая ТЭС находится в Северске — город (с 1954) в Томской области.

Город Северск расположен на правом берегу реки Томи недалеко от Томска. Это самый крупный из закрытых городов в России. Северск был основан в 1949 году. Градообразующим предприятием является Сибирский химический комбинат, на котором впервые в Сибири был получен уран.

Население ЗАТО Северск на 01.01.2015 114,9 тыс. человек, на внегородских территориях проживает порядка 6,5 тыс. человек; Доля городского населения на 01.01.2015 — 94,3%; Доля населения в трудоспособном возрасте на 01.01.2015 — 57,8%; Площадь территории ЗАТО Северск — 485,7 км²

ЗАТО Северск — один из крупнейших закрытых городов России, входит в Ассоциацию закрытых административно-территориальных образований атомной промышленности[14].

а)



б)



Рис.1.(а,б)Обзорные карты г. Северска[33,34]

Рельеф

Все формы рельефа, развитые в пределах рассматриваемой территории, сформировались в четвертичный период в результате деятельности речной сети под непосредственным влиянием последовательного изменения климата, связанного с периодами оледенения и межледниковых эпох. Немаловажное значение на формирование рельефа оказали тектонические движения и современные геологические процессы. Рельеф района сформирован сочетанием аккумулятивных и денудационных равнин. Рельеф в городе неровный. Северск расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины[36].

Климат

Климат рассматриваемого района относится к континентальному типу с теплым летом и холодной зимой и равномерным увлажнением. Равнинность рельефа и открытость территории краевой части Западно-Сибирской равнины с севера на юг способствуют свободному проникновению воздушных масс, как

из Арктики, так и из Средней Азии. Это является причиной резких изменений всех элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени.

В годовом климатическом цикле выделяются четыре сезона года: зима, весна, лето и осень. Зима начинается в последних числах октября – начале ноября и кончается во второй половине марта. Лето в среднем по области начинается со второй половины мая и кончается в первой половине сентября.

По количеству атмосферных осадков большая часть территории Северска относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения. Наибольшее месячное количество осадков приходится на июнь, июль или август, наименьшее – на февраль. В общем, на территории области выпадает в среднем 450-500 мм осадков в год. В отдельные годы количество осадков достигает 600 мм. Снеговой покров устанавливается в конце октября - начале ноября и продолжается до последней декады апреля. Высота снежного покрова 50-60 см.

Рассматриваемый район располагается в зоне преобладания ветров южного и юго-западного направлений. Средние скорости ветра составляют 2-5 м/с, иногда до 15 м/с. В зимний период бывают метели (особенно в декабре, январе, марте)[36].

Геологическое строение

Междуречье рек Камышка и Самуська представляет собой слабоволнистую слабо дренированную и сильно заболоченную равнину с абсолютными отметками, колеблющимися от 70 до 172 м. Переувлажнению почв способствует значительное количество осадков (до 500-550 мм) при недостаточной теплообеспеченности и низкой величине испарения. В таких условиях одновременно могут проявляться болотный и подзолистый процессы почвообразования.

В почвенном покрове междуречья рек Камышка и Самуська выделяется четыре типа почв: подзолистые, болотно-подзолистые, болотные верховые торфяные, пойменные.

Литологический состав поверхностных отложений условия увлажнения, характер растительности определяют господство на изучаемой территории

дерново-подзолистого подтипа подзолистых почв, формирование которого связано с процессами интенсивного выщелачивания и оподзоливания. Почвообразующими породами дерново-подзолистых почв являются пески и супеси. Для них характерно наличие фракции песка 1-1,05 мм, которая в отдельных случаях достигает 78-79%. Характерна кислая реакция почвенного раствора. Основными признаками является глубинная глееватость, связанная в первую очередь со слабой дренированностью территории и длительным ее промерзанием.

Для подтипа дерново-подзолистых почв характерно наличие подзолистого горизонта, четкое обособление гумусового горизонта с содержанием гумуса 2-4%. Гумусовый горизонт этих почв имеет светло-серый и белесый оттенок. Мощность его колеблется от 10 до 30 см. Элювиальный горизонт сильно осветлен и имеет буровато-белесую окраску[36].

Болотные верховые торфяные почвы формируются в условиях застойного увлажнения под покровом влаголюбивой растительности. Неполное разложение отмирающих растительных остатков, происходящее в теплый период года, и накопление этих остатков приводит к процессам торфообразования. Болотные верховые торфяные на глубоких торфах почвы широко распространены на междуречье рек Камышка и Самуська. Они формируются в депрессиях второй надпойменной террасы Томи под специфической олиготрофной растительностью (сфагновые мхи, пушица, полукустарники, редкие угнетенные сосны), а также на расширенных плоских участках днища долины реки Самуська в ее среднем течении под пологом сырых полидоминантных темнохвойных лесов. Мощность торфяной залежи составляет более 200 см. В то же время болотные угодья, где развиты глубокие верховые торфяники, на междуречье рек Камышка и Самуська имеют особое средорегулирующее значение и подлежат сохранению как области накопления поверхностной влаги, поддерживающие уровень воды в местных озерах.

Все типы почв, представленные на междуречье рек Камышка и Самуська, характеризуются низким естественным плодородием и являются

малопригодными для хозяйственного использования в результате малого содержания гумуса, сильно кислой реакции среды, низкого содержания фосфора и калия. Агротехника возделывания таких почв требует внесения больших количеств органических и минеральных удобрений. По этой причине расширение площади сельхозугодий требует особой эколого-хозяйственной аргументации и не должно сопровождаться негативным воздействием на состояние окружающей среды и, прежде всего, на состояние водосборной поверхности озерного комплекса в окрестностях п. Самусь, изменение уровня воды в озерах и ее качество[15].

Гидрологическая характеристика

По территории Томского района протекает 114 рек общей протяженностью 2193 км.

В г. Северске: р. Томь, р. Большая Киргизка

На территории Томского района сосредоточено 58,3% подземных вод области .

В гидрогеологическом отношении рассматриваемый район находится в пределах юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и его складчатого палеозойского обрамления.

Особенностью гидрогеологических условий рассматриваемого района является его приуроченность к области сочленения двух крупных гидрогеологических структур: Западно-Сибирского артезианского бассейна и Колывань-Томской складчатой зоны.

В районе выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы: Водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений включает в себя гидравлически взаимосвязанные водоносные и водоупорные горизонты озерно-болотных отложений, отложений пойм рек; надпойменных террас, древних ложбин стока и аккумулятивных равнин. Водоносный комплекс распространен повсеместно в пределах Обь-Томского междуречья и на правобережье р. Томь. Воды озерно-болотных отложений развиты на поймах рек, террасах, ложбинах стока и водоразделах. Сложены они торфом, илами, илистыми суглинками

мощностью до 6 м, характеризуются низкой водоотдачей. Водовмещающие породы пойменных осадков сложены песками и гравийно-галечниковыми отложениями мощностью от 5 до 23 м.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений является основным источником водоснабжения г. Томска и частично г. Северска. Данный комплекс приурочен к отложениям новомихайловской, юрковской и кусковской свит, сложенных песками, алевроитами, глинами с прослоями бурых углей и лигнитов.

Водоносный комплекс меловых отложений объединяет водоносные горизонты симоновской и сымской свит. Данный комплекс широко распространен в пределах характеризуемого района, отсутствуя в юго-восточной части Обь-Томского междуречья.

Подземные воды трещиноватой водоносной зоны палеозойских образований распространены повсеместно, выходя на дневную поверхность на правом берегу р. Томи и резко погружаясь в северном и северо-западном направлениях. Подземные воды приурочены ко всем водонесущим разновидностям отложений. При этом источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются водоносные комплексы палеогеновых и неоген-четвертичных отложений, которые отличаются удовлетворительным качеством подземных вод.

Основную роль в питании подземных вод всех выделенных водоносных горизонтов и комплексов играет инфильтрация атмосферных осадков. В направлении р. Томи разности абсолютных отметок уровней воды в первом от поверхности водоносном горизонте и нижезалегающих горизонтах существенно уменьшаются. В период половодья уровни воды в реке превышают уровни подземных вод в аллювиальном водоносном горизонте, что приводит к смене направления фильтрационного потока. В это время река, вместо области разгрузки, становится областью питания подземных вод[36].

Растительность

В современном растительном покрове междуречья рек Камышки и Самуськи представлены как коренные, зональные и аazonальные, так и производные типы растительности.

Производная растительность в настоящее время наиболее распространена и занимает обширные площади на второй и третьей надпойменных террасах р. Томь и на склонах водораздельной равнины. Производная растительность представлена длительно-производными березовыми и осиновыми лесами и их смешанными вариантами. Главной лесобразующей породой в этом районе является осина. Береза имеет более ограниченное распространение и тяготеет к более сухим местоположениям.

Остатки коренной южно-таежной растительности смещены в долины рек Камышка и Самуська и небольшими фрагментами сохранились в логах на расчлененных склонах водораздельной равнины. Доминирующую роль в древостое этих лесов играют ель и пихта, которым часто сопутствуют кедр и сосна. Реже и небольшими фрагментами встречаются насаждения с преобладанием кедра, приуроченные к таким же местоположениям. В долинных местоположениях темнохвойные леса часто представлены заболоченными вариантами, и подпологовая растительность сформирована болотным разнотравьем.

Коренная аazonальная растительность на междуречье рек Самуськи и Камышки представлена сосновыми лесами и растительностью болот.

Сосновые леса изначально существовали на этой территории в наиболее дренированной и сухой внешней части второй надпойменной террасы р. Томи. В настоящее время они представлены чистыми сосновыми или смешанными с березой и осиной насаждениями. Они занимают наиболее доступную часть второй надпойменной террасы р. Томи по соседству с населенными пунктами и находятся под постоянным антропогенным воздействием, вследствие чего естественное возобновление этих лесов ослаблено. Кроме того, возобновление хвойных пород на данной территории затруднено из-за сильно развитой

травяной растительности. Создание лесных культур в таких условиях требует многократных агротехнических уходов в первые годы жизни. Тенденция естественной восстановительно - возрастной динамики в условиях ООПТ заключается в замене производных лиственных формаций на коренные хвойные. Большое развитие на этой территории производной растительности обуславливает относительно молодой возраст лесных насаждений на междуречье рек Камышки и Самуськи. По данным материалов лесоустройства, средний возраст лесов в рассматриваемом районе составляет 95,3 лет. В хвойных насаждениях он, соответственно, несколько выше и составляет 122,4 года. В целом средний возраст хвойных насаждений варьируется от 100,9 лет у ели до 140 лет у лиственницы. Средний возраст лиственных пород составляет 57,3 года, в том числе для березовых насаждений – 56,6 года, для осиновых насаждений – 57,9 года.

К производным типам растительности на междуречье рек Камышки и Самуськи относятся также все луга, используемые в настоящее время как сенокосы, и пастбища. Все представленные на территории луга следует считать скорее третичными, чем вторичными, т.к. большая часть массивов лугов возникла на месте вторичных мелколиственных лесов в результате регулярного сенокосения или пастьбы скота.

Мелкие фрагменты луговой растительности среди лесных угодий представлены разнотравно-злаковыми лугами и используются местным населением для сенокосения. Более крупные массивы лугов, используемых как сенокосы и пастбища, сосредоточены вблизи населенных пунктов и животноводческих комплексов.

При пастбищной нагрузке из травостоя лесов и сенокосов в первую очередь выпадают крупнотравные и малоустойчивые к вытаптыванию виды разнотравья, быстро внедряются дерновинные злаки, разрастаются не поедаемые и ядовитые виды. Видовой состав травостоя зависит от характера увлажнения. В хорошо увлажненных местах основу его составляют полевица гигантская, а сопутствуют ей щучка, мятлик болотный, овсяница луговая,

лисохвост, чимерица, ежа, лапчатка гусиная, подорожник большой, тысячелистник и другие. В сухих местообитаниях травостой формируется на основе мятлика лугового. Из сопутствующих видов наиболее обычны тысячелистник, пырей, тимopheевка, подорожник средний, клевер ползучий, клевер луговой, нередко тмин, василек, репейник и другие.

Растительный покров является одним из важных компонентов ландшафта. По его структуре, составу, строению отдельных растительных сообществ можно судить о степени нарушенности ландшафта, а также об экологическом состоянии окружающей среды в целом[36].

Животный мир

Млекопитающие

В пределах территории города и на сопредельных участках установлено пребывание 46 видов млекопитающих, относящихся к 6 отрядам и 11 семействам, что составляет 74% всего видового разнообразия фауны зверей Томской области. На выделенном участке представлены все отряды млекопитающих, обитающих в Томской области. Основная часть видов относится к отрядам Насекомоядных и Грызунов и входящих в них семействам землеройковых, обыкновенных летучих мышей, мышинных, хомякообразных. Из отряда хищных обычны виды семейства куньих. Представители указанных семейств не отличаются крупными размерами, что позволяет им обитать на относительно небольших по площади территориях. В то же время, в пределах Северска отмечены млекопитающие средних и крупных размеров, в частности, барсук, рысь, лисица и лось. Нельзя исключать заходы волка, росوماхи и бурого медведя, что наблюдалось в предыдущие годы. Достаточно богатый видовой состав объясняется значительным разнообразием природных условий.

На территории Северска отмечено 3 из 6 видов, внесенных в Красную книгу Томской области. Это сибирская белозубка (сем. «Землеройковые»), водяная ночница и бурый ушан (сем. «Обыкновенных летучих мышей»). Из факторов антропогенного происхождения негативное влияние на сибирскую

белозубку могут иметь выжигание и выкашивание травостоя на лесных полянах, а также лесные пожары. Водяная ночница и бурый ушан могут испытывать косвенное отрицательное воздействие за счет ухудшения кормовой базы вследствие применения человеком различных ядохимикатов[32].

Птицы

В пределах территории города и на прилегающих к ней участках установлено пребывание 284 видов птиц 16 отрядов, что составляет 87% всего видового разнообразия фауны птиц Томской области. Наиболее полно представлены отряды Гусеобразных, Хищных, Ржанкообразных, Сов и Воробьиных. На их долю приходится 239 видов или 84% орнитофауны особо охраняемой территории.

По характеру обитания фауна птиц выделенной территории делится на 4 категории:

1. Гнездящиеся – 214 (75%)
2. Пролетные – 42 (15%)
3. Зимующие – 4 (1%)
4. Залетные – 24 (9%)

Представители первой группы составляют основное ядро фауны. В нее входят регулярно гнездящиеся птицы. Большая часть из них прилетает только на период гнездования, другие после размножения ведут оседло-кочевой образ жизни, не совершая дальних перелетов. К категории «пролетных» относятся виды, которые посещают территорию только в период сезонных миграций весной и осенью, а места их гнездования лежат за пределами территории. В эту группу в основном входят представители Гусеобразных и Ржанкообразных (кулики и чайки). «Зимующими» являются виды, которые прилетают только в зимний период и покидающие территорию на лето. «Пролетные» и «зимующие» виды появляются регулярно, но их численность подвержена существенным межгодовым колебаниям. К «залетным» относятся виды, встречи которых не носят закономерного характера, как правило, их встречи случайны.

На выделенной территории преобладают виды птиц, связанные с лесными ландшафтами и водно-болотными системами. Достаточно богатый видовой

состав объясняется значительным разнообразием природных условий, обусловленных контактом нескольких крупных природных образований - равнинной южной тайги, горно-таежных лесов отрогов Кузнецкого Алатау и лесостепных ландшафтов. Здесь отмечено большинство видов (34 из 41), внесенных в Красную книгу Томской области (табл. 4), а из 18 видов Красной книги России, обитающих в Томской области, установлено пребывание 15 видов. Из них к «гнездящимся» относится 9 видов, «пролетным» – 5, «зимующим» – 1 вид. Среди представителей первой группы следует выделить черного аиста, беркута, орлана-белохвоста, скопу и филина.

Основное негативное воздействие на птиц связано с трансформацией среды обитания хозяйственной деятельностью – сельскохозяйственным и промышленным производством (деградация растительности разных ярусов и усиление фактора беспокойства птиц) [32].

Глава 2. Состав и свойства зол и шлаков угольных ТЭС

Уголь – многокомпонентная горная порода, образовавшаяся из продуктов биохимического и физико-химического превращения исходного растительного материала. Изменения органического вещества твердых горючих ископаемых в разнообразных геологических условиях их формирования способствуют существованию в природе многочисленных типов, классов и разновидностей ископаемых углей, состав которых варьируют в широком диапазоне.

Зола угля - это остаток негорючих веществ, образовавшихся после полного сгорания ископаемого топлива.

Золошлак как отход сжигания углей различных марок с различных месторождений и горизонтов не обладает стабильным фазово-минералогическим и химическим составом, а по гранулометрическому составу характеризуется как тонкодисперсный (< 100 мкм), пылящий в сухом состоянии материал. В природе нет такого сырья, в котором количественно сочетаются те же фазы, что и в составе золы[27].

Минеральная масса угля и новообразованные минеральные фазы, образующиеся при сжигании угля в топках котлов, изучались в основном с точки зрения их влияния на работу котлов (шлакование поверхностей нагрева, золовой износ поверхностей нагрева, условия жидкого шлакоудаления и т.д.), тогда как фазовый минералогический состав золы, крайне важный для определения направлений ее использования и для разработки технологии глубокой переработки, изучен недостаточно[30].

Золы углей различных месторождений и марок существенно различаются по химическому и фазово-минералогическому составу. Всего в золах обнаружено более 150 минералов, из которых в наибольших количествах присутствуют кварц и его модификации, различные силикатные и алюмосиликатные стеклофазы, муллит, обожженное глинистое вещество, магнитные и немагнитные минералы железа. В меньшем количестве присутствуют карбонаты, сульфаты, алюмосиликаты и многие другие минералы[30].

Эволюция золообразующих компонентов углей при их сжигании

Для того чтобы грамотно реконструировать итоговый минеральный состав золы, необходимо отчетливо представлять себе фазовые превращения минерального вещества, реализующиеся в процессе сжигания топлива, а также характер его взаимодействия с раскаленными топочными газами. Достаточно просто и наглядно этот вопрос рассмотрен в монографии Я.Я. Кизильштейна и др. [13], по материалам которой составлена таблица 1.

Таблица 1. Основные формы соединений макрокомпонентов минеральной части угля и первичных продуктов их превращений при термообработке[4]

Макрокомпонент	Соединения, минералы	Соединения, образующиеся при термической обработке в среде	
		окислительной	восстановительной
Сера	Дисульфид FeS_2	SO_2 и SO_3 , сульфаты, пирротин	H_2S , S, сульфиды, сульфаты, пирротин, сульфиты
	Сульфаты	Сульфаты, SO_2 , SO_3	H_2S , сульфаты, сульфиты
	Сульфоорганические		
Кремний	Оксид (кварц)	$\beta\text{-SiO}_2$, высокотемпературные модификации SiO_2	До 1300 °C те же соединения, что в окислительной среде, выше - SiC , SiO , кремнийалюминиевые сплавы и др.
	Элементоорганические		
Алюминий	Алюмосиликаты	H_2O , $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2$ ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2 + \text{SiO}_2$)	До 1500 °C те же соединения, что в окислительной среде
	Каолинит		
	Монтмориллонит	H_2O , SiO_2 кордиерит, энстатит, муллит, шпинель	До 1500 °C те же соединения, что в окислительной среде
	Гидрослюда	H_2O , стеклообразная масса, шпинель, муллит, K_2O	
	Полевые шпаты	H_2O , стеклообразная масса, Na_2O (газ), K_2O (газ), муллит, шпинель, силикаты	До 1500 °C те же соединения, что в окислительной среде
	Давсонит $\text{NaAlCO}_3(\text{OH})_2$	NaAlO_2 , H_2O , CO_2	
	Комплексные гуматы	Al_2O_3 , CO_2 , H_2O	
Железо	Сульфиды*	SO_2 , SO_3 , Fe_2O_3	Fe^* , FeO
	Сульфаты		Fe , Fe_3O_4 , Fe_3O_4 , FeO , Fe^*
	Карбонаты (сидерит)	CO_2 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO	CO_2 , FeO , Fe_3O_4 , FeS
	Оксиды и гидроксиды	H_2O , оксиды железа	Fe , FeO , Fe_3O_4 , H_2O
	Комплексные гуматы	То же, CO_2	Fe , FeO , Fe_3O_4 , газообразные продукты
Кальций (магний)	Карбонаты CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и др.	CO_2 , CaO , MgO	То же, что в окислительной среде
	Сульфаты (гипс)	H_2O , CaSO_4	H_2O , CaSO_3 , CaS , CaO
	Гуматы	CO_2 , CaO , MgO , H_2O	MgO , газообразные продукты
	Алюмосиликаты**	**	**
Натрий (калий)	Алюмосиликаты**	**	**
	Хлориды (NaCl , KCl)	NaCl , KCl	NaCl , KCl
	Гуматы	CO_2 , R_2O , H_2O	CO_2 , R_2O , газообразные продукты
Титан	Рутил TiO_2	TiO_2	TiO_2 , низшие оксиды титана
	Элементоорганические или комплексные гуматы	TiO_2 , CO_2 , H_2O	Оксиды титана различной валентности, газообразные продукты

Примечание. По материалам Я. Я. Кизильштейна и др. [1995].

* Включая также минералы и соединения, указанные для макрокомпонента сера.

** Все минералы и соединения, указанные для макрокомпонента алюминий.

2.1 Силикатные полые микросферы

Алюмосиликатные полые микросферы образуются при сжигании углей в результате расплавления минеральных компонентов, миграции расплава в газовом потоке в виде отдельных мельчайших капель и раздува последних за счет увеличения объема захваченных газовых включений. По своим свойствам техногенные глобулы из энергетических зол близки к полым микросферам, которые получают из расплавов промышленными методами и используют в качестве наполнителей различных композиционных материалов. В настоящее время из-за сложной технологии и высокой себестоимости масштабы производства этого продукта невелики. Стоимость полых микросфер, извлеченных из золы, значительно ниже промышленных, а их ресурс на ТЭС оценивается десятками тысяч тонн в год[13].

Структура и размеры.

Микросферы имеют форму, близкую к сферической, и гладкую внешнюю поверхность. Диаметр варьирует от 5 до 400 мкм, толщина стенок - от 2 до 30 мкм, составляя в среднем около 7 мкм. Итоговый продукт представляет собой по сути "закаленную" систему. Для глобул, возникших при сжигании каменных углей, характерна закрытая пористость оболочек[13].

Состав и свойства.

В целом содержания SiO_2 , Al_2O_3 и K_2O в микросферах повышены, а концентрации FeO , MgO , CaO , Na_2O и SO_3 понижены относительно валового состава золы уноса. Они преимущественно состоят из стеклофазы с малыми содержаниями муллита и кварца. В виде примесей отмечают гематит, полевой шпат, магнетит, оксид кальция. Преобладающий состав стеклофазы отвечает содержаниям SiO_2 от 53 до 65 %. Минимальное количество муллита (15 %) обнаружено в микросферах из золы уноса углей Кузнецкого бассейна.

Газовая фаза, законсервированная внутри микросфер, состоит в основном из азота, кислорода, оксида углерода и водяного пара. В небольших количествах присутствуют метан, сероводород, аммиак, закись углерода и

легкие углеводороды. Температура плавления силикатных микросфер превышает 1350 °C[13].

Методы выделения микросфер

Алюмосиликатные полые микросферы выделяют из сухой золы, а также из золошлаковых смесей, поступающих на золоотвалы. Они представляют собой дисперсный материал, имеющий наименьшую плотность. Кроме того, микросферы почти в 2 раза легче воды, что стало основой их эффективного гравитационного разделения в жидкой среде[13].

2.2 Ферросферы

Высокожелезистые микросферы до сих пор не имеют устоявшегося общепринятого названия. Их именуют магнетитом, магнетитовыми шариками, магнитными шариками, магнитными микросферами, магнетитовыми микросферами, а также ферросферами. Последний термин представляется наиболее точным. Ферросферы встречаются в составе зол уноса практически повсеместно. Их суммарное содержание намного превосходит концентрацию силикатных микросфер и может достигать 10 мас. %[13].

Структура и размеры.

Диаметры ферросфер до 300 мкм. Существует зависимость между размером ферросферы и ее составом. Как правило, ферросферы тем мельче, чем выше в них содержание рудных кристаллитов и выше концентрация железа. Увеличение диаметра ферросфер и доли силикатного стекла в их составе связано с тем, что размеры частиц зависят от массы, которая, в свою очередь, определяется относительным объемом компонентов и их плотностью[13].

Рудные микросферы в среднем в 2-3 раза мельче, чем алюмосиликатные полые микросферы.

Наиболее крупные ферросферы включают значительный процент стекла, и абсолютное большинство имеет форму, близкую к идеальной сфере[13].

Химический состав ферросфер

Основным компонентом во всех случаях является железо, содержание которого (в пересчете на Fe_2O_3) достигает 88 мас.%, далее следуют SiO_2 (до 32 мас.%), Al_2O_3 (до 14 мас.%), CaO (до 10 мас.%), MgO (до 8 мас.%). Потенциальные ресурсы магнитных микросфер составляют десятки - сотни тысяч тонн в год для каждой ТЭС[13].

Методы выделения ферросфер

Традиционно магнетитовые концентраты выделяют из золошлаков электромагнитной сепарацией. Однако они имеют переменный химический и фазовый состав из-за агрегации тонкодисперсного материала. Более чистые композиты (96 мас.% магнетита) удастся извлечь при последовательном применении сухой и влажной магнитной сепарации[13].

Глава 3. Положение и общая характеристика золоотвала №2

Северская ТЭС (ТЭС СХК) — тепловая электростанция в городе Северске[37].

- Ввод в эксплуатацию - 1953 г.
- Электрическая мощность - 549 МВт
- Тепловая мощность - 1760 Гкал/час
- Котельные агрегаты: 18 котлов

Для российской угольной энергетики, в частности для Северной ТЭС, одним из главных поставщиков угля является Кузнецкий бассейн.

С 2014 года входит состав «Объединенной теплоэнергетической компании». Имущественный комплекс ТЭС, к которому добавились участок по обслуживанию золоотвала завода гидроэнергоснабжения и станция «Угольная» бывшего железнодорожного цеха с железнодорожными путями, остался в собственности Сибирского химического комбината[36].

Золоотвал — это место для сбора и естественной утилизации отработавшей золы и шлака, которые образуются при работе теплоэлектростанций (ТЭС) и других промышленных предприятий использующих твердое топливо. Золоотвал является неотъемлемой частью в работе теплоэлектростанций (ТЭС), так как в процессе сжигания угля для производства электроэнергии образуется огромное количество золы и шлаков, которые необходимо где-то складировать и хранить[8].

Одной из важнейших проблем, стоящих перед угольной энергетикой России, является накопление шлакозольных отходов (ЗШО) угольных электростанций. На 150 угольных теплоэлектростанциях (ТЭС) России сжигается более 123 млн. т твердого топлива при колебании зольности углей от 18 до 45%. годовой выход золы и шлака от ТЭС в среднем составляет ~25 млн т, тогда как используется не более двух млн. т.[3].

Практически почти на всех угольных ТЭС удаление золы и шлаков в намывные отвалы осуществляется гидравлическим способом. При этом система гидрозолоудаления и складирования золы и шлака сопровождается целым

рядом сложных инженерно-технических проблем и характеризуется очень низким коэффициентом полезного действия. Намывные золоотвалы обладают высокой степенью аварийности, многие из них находятся на грани переполнения. При непрерывном увеличении количества золы, транспортируемой в шлакозолоотвалы, для ее хранения требуются отводы новых участков земли вблизи ТЭС, то есть в достаточно густонаселенных районах, где площади свободных земель ограничены. Удельный расход воды на транспортировку золы и шлака высокий: от 10 до 100 м³/т. При этом из ЗШО происходит фильтрация сильноминерализованных вод, в большинстве случаев содержащих вредные примеси, которые отравляют прилегающие территории, делая их непригодными для хозяйственного использования.

Необходимо подчеркнуть, что ограниченность свободных земель вблизи ТЭС для размещения новых шлакозолоотвалов может создать ситуацию полного отсутствия площадей для размещения отходов углесжигания. По достижении критического уровня заполнения золоотвалов ряд электростанций будут вынуждены сокращать свои мощности вплоть до полного закрытия.

Потенциальную опасность из-за возможного прорыва дамб представляют также золоотвалы, расположенные вблизи водных бассейнов (рек, озер). Такие случаи хорошо известны, и вероятность новых аварийных и катастрофических ситуаций не исключается.

Обустройство и эксплуатация шлакозолоотвалов — дорогостоящее мероприятие, которое обуславливает увеличение себестоимости электроэнергии. Рекультивация отработанных шлакозолоотвалов также достаточно дорогое мероприятие, а возможности использования рекультивированных земель чаще всего сильно ограничены.

Использование золошлаковых отходов в России находится на крайне низком уровне. Степень утилизации золошлаков ТЭС не превышает 8-10% и составляет - 1,5-2,1 млн. т в год.

При сложившейся тенденции крайне незначительного использования ЗШО в ближайшие годы их объем достигнет почти 2 млрд. т.

Расчеты свидетельствуют о том, что количество золы от сжигания углей будет непрерывно увеличиваться. И если не принимать мер к ее 100%-ому использованию в народном хозяйстве, то в перспективе накопление ЗШО достигнет астрономической величины в 126,5 млрд. т. Для размещения которого потребуется не менее 2 млн. га земли в пределах или вблизи городских территорий[3].

Таблица 2. Степень использования ЗШО в основных угледобывающих странах[3].

1. Дания-100%	6. США-38%
2. Польша- 87,3%	7. Австралия-34%
3. Германия-75%	8. ЮАР-30%
4. Англия-65%	9. Индия-26%
5. Китай-65%	10. Россия -10%

Шлакозолоотвалы могут задушить угольную энергетику. Незначительный объем НИР и проектных работ, а также крайне низкий уровень информации о возможных областях крупномасштабного использования золы в России не способствует прогрессу в направлении ее переработки в целях производства новых материалов и другой промышленной продукции.

Распределение золоотвалов на территории России неравномерное: в Европейской части 28,8% от общего их количества, на Урале — 34,6%, в Сибири — 23,0%, на Дальнем Востоке — 6,5%, в Московской области — 5,2%[3].

Указанные выше гигантские масштабы накоплений ЗШО в обводненных хранилищах российских ТЭС ориентируют на перспективы их соответствующего использования в энергетических, строительных, металлургических, химических и других отраслях промышленного производства в количестве сотен тысяч и миллионов тонн.

3.1 Золоотвал №2 Северской ТЭС

Золоотвал расположен в С-З части г. Северска, в долине р. Томь, в непосредственной близости к береговой линии р. Томь. От реки отделен дамбой (рис. 2). Примерный размер $1,2 \times 1,4$ км.

Переработкой золошлака в Томской области занялись еще в 60-х годах, с появлением большой энергетики. Но актуализировалась эта проблема в последнее время — имеющиеся золохранилища переполнены, а их содержание стало экономически невыгодно.



Рис.2. Расположение золоотвала №2 на территории г. Северска[39]

Расчет объема (V) и массы сырья (m) золоотвала №2



Рис. 3. Объем (V) золоотвала №2[39]

m золоотвала была рассчитана исходя из V золоотвала и ρ золошлакового материала.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Формула расчета плотности (ρ)

- V золоотвала = 7304,4 м³
- $\rho = 1630$ кг/м³
- m золоотвала = 1630*7304,4 = 11906172 тонн

Глава 4. Методика исследований

4.1 Методика опробования

Осенью 2015г. сотрудниками кафедры ГЭГХ был проведен отбор проб на золоотвале №2 ЗАТО г. Северска. Опробование выполнено по сети 200х200м методом бурения скважин. В скважине по глубине разреза пробы отобраны из интервала 2м. Всего взято около 83 пробы золошлаков с разных участков отвала разной глубины (рис. 7).

Отобранные пробы были пронумерованы; позже занесены в единый реестр со следующими данными: номер сечения, номер скважины, глубина пробоотбора.



○ ЗШ 1-1 - номер сечения - номер скважины

Рис.4. Схема опробования золоотвала №2 г. Северск[39]

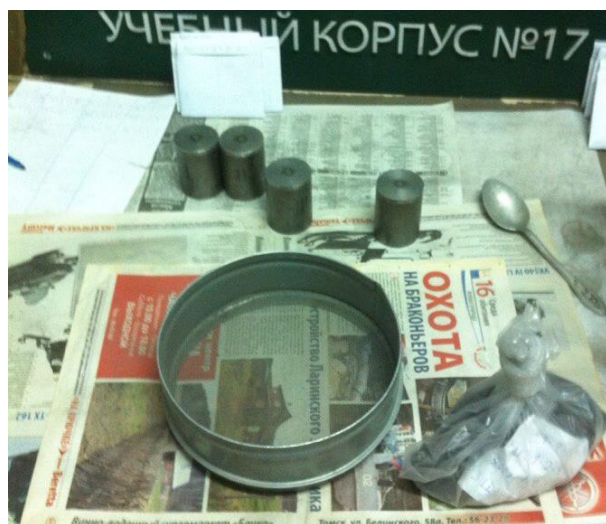
Помимо отбора основных проб, выполнено опробование с целью определения объемной массы золошлаков. С этой целью пробы естественной влажности загружались в специальную кювету объема $86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. В дальнейшем в лабораторных условиях они взвешивались и рассчитывалась объемная масса (Глава 3).

4.2 Подготовка проб

- Просушивание проб при комнатной температуре
- Для аналитических исследований выполнено истирание до 200 меш на измельчителе вибрационном ИВ-Микро с предварительным просеиванием через сито (рис. 8).



А)



Б)

Рис. 5. . а) виброистиратель ИВ-Микро; б)Просеивание через сито,

- Для некоторых видов исследования использовалась исходная проба без предварительной пробоподготовки.

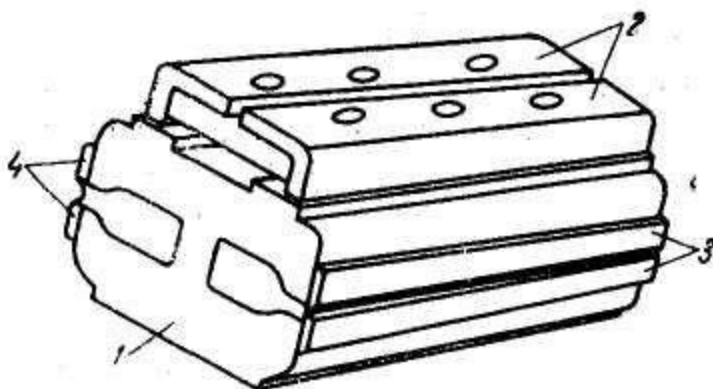
4.3 Аналитическое обеспечение последующих исследований

Лабораторно-аналитические исследования проб золошлаков проводились с применением комплекса современных методов анализа в лабораториях Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Для исследования макрокомпонентного состав-РФА (Рентгенофлуоресцентный анализ) пробы были отправлены в г. Новосибирск

1 этап:

- Магнитная сепарация проб и диагностика частиц в отдельных фракциях. При фракционировании проб была получена: сильномагнитная фракция (магнитная), среднемагнитная (электромагнитная 1), слабомагнитная (электромагнитная 2) и очень слабомагнитная фракция (электромагнитная 3), а также немагнитная фракция. Для этого был использован многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева.



Полюсы: 1 — для выделения сильномагнитной фракции; 2 — для выделения среднемагнитной фракции; 3 — для выделения слабомагнитной фракции; 4 — для выделения очень слабомагнитной фракции

Рис. 6. Ручной магнит Сочнева А.Я.[34]

Для анализа была взята проба № 3-12-2-1. Вес исходной пробы составил 155 г. Процесс магнитной сепарации происходил следующим образом: пробу равномерно распределили на поверхности бумаги. Многополюсный магнит

системы А.Я. Сочнева предварительно был обернут калькой. Далее над равномерным слоем проводили магнитом на минимальном расстоянии. Минералы, обладающие сильными магнитными свойствами, осели на поверхности магнита, что позволило нам выделить их из общей массы и провести дальнейшие их исследование под оптическим и электронным микроскопами.

- Был изучен вещественный состав проб и произведен ситовой анализ пробы № 7-35-2-2 (навеска 400 гр.) для гранулометрической характеристики золошлаков, состоящих из частиц определенного размера. Анализ произведен путем просеиванием навески материала через набор сит, различающихся размером ячеек (2;1;0,5;0,25; 0,125; 0,04 мм).



Рис.7. Магнитная сепарация пробы № 3-12-21 магнитом Сочнева



Рис.8 Ситовой анализ пробы 7-35-2-2.

2 этап:

- Электронная сканирующая микроскопия. Для определения элементного состава и морфологических особенностей (размер, форма) минеральных и неминеральных частиц проводили анализ на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010 (консультант – ассистент кафедры ГЭГХ ТПУ С.С. Ильенок).

Частицы неистертого шлака были нанесены на углеродную ленту с площадью поверхности 25 мм^2 , для проводимости сверху было проведено напыление тонкого слоя углерода, при 20 кВ ускоряющего напряжения, время накопления 30 с и 10 мм рабочее расстояние. Элементный состав отдельных частиц определяли с помощью программного обеспечения EDAX Esprit. Эта программа основана на полуколичественном анализе с относительной точностью 5-15% в зависимости от выявленного элемента. Поверхность образца был разделен на шесть полей зрения и рассмотрены в режиме отраженных электронов при увеличении $\times 500$. Для анализа было выбрано несколько отдельных частиц. Таким образом, изучены три фракции (немагнитная, электромагнитная 2 и 3) пробы № 3-12-2-1 .



Рис. 9. Электронный микроскоп Hitachi S-3400N[41]

3 этап:

- Рентгеноструктурный анализ (РСА) на порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER (консультант – аспирант кафедры ГЭГХ ТПУ Усольцев Д.).

Минералогический состав золошлаков определяли с помощью дифракции рентгеновских лучей проводили на порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER. Образец был помещен в кювету, а затем на пластиковый держатель для анализа.

Полуколичественный минералогический анализ рентгеновских дифрактограмм одного образца был проведен с использованием программного обеспечения Diffrac.Eva.V3.2. Всего было изучено 5 фракций пробы №3-12-2-1.

4 этап:

- Шлиховой анализ проб проводился с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа Leica ZN 4D.

В пробах определялось процентное содержание всех типов природных минеральных, биогенных и техногенных частиц методом сравнения с эталонными кружками палетки С.А. Вахромеева таким образом, чтобы содержание всех частиц в сумме составляло 100 % (рис.10). Критериями для отнесения частиц к природной или техногенной составляющей приняты их различные признаки: форма, цвет, прозрачность, блеск, твердость.

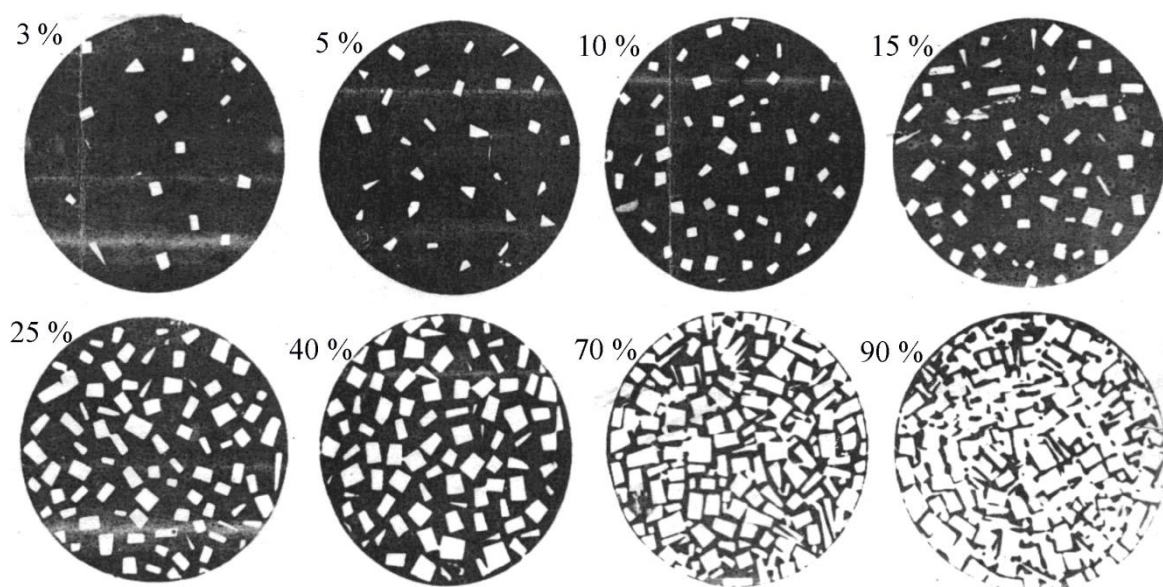


Рис. 10. Сравнительный метод определения по С.А. Вахромееву

Глава 5. Вещественный состав золошлаков

Исследования показали, что в изучаемых пробах, отобранных с территории золоотвала № 2 г. Северска, присутствуют минеральные и техногенные частицы. Преобладают частицы техногенного происхождения.

Металлические микросферулы, характеризуются черным (темным) цветом с металлическим блеском. Обладают магнитными свойствами, т.к. под биноклем рассматривалась отдельно сильно магнитная фракция (магнитная 1/проба №3-12-2-1), которая была представлена в основном данным типом частиц, а также шлаком (рис. 14).

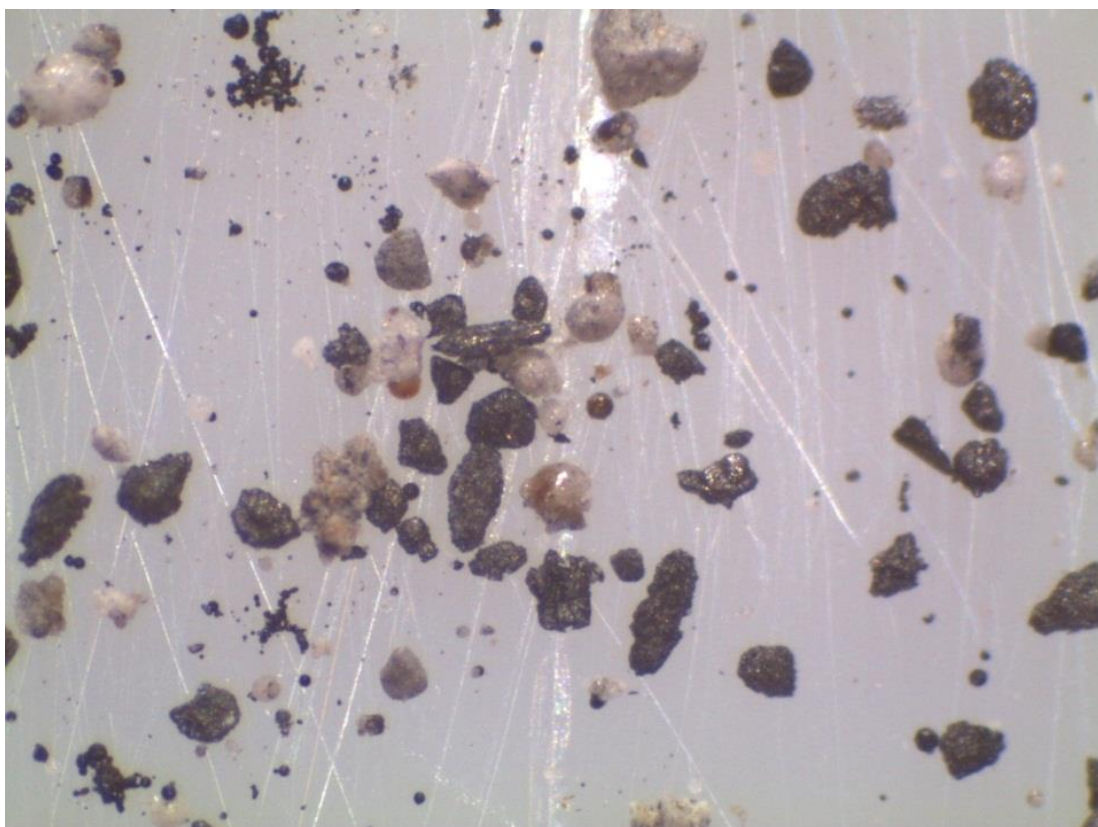


Рис. 11. Проба №3-12-2-1. Сильно магнитная фракция (магнитная 1/бинокль, увел. 35х)

В процентном содержании наибольшее количество представляют частицы, шлака и золы (Рис. 15). Зачастую они бесформенные, бурого и черного цвета, имеют полуметаллический блеск.

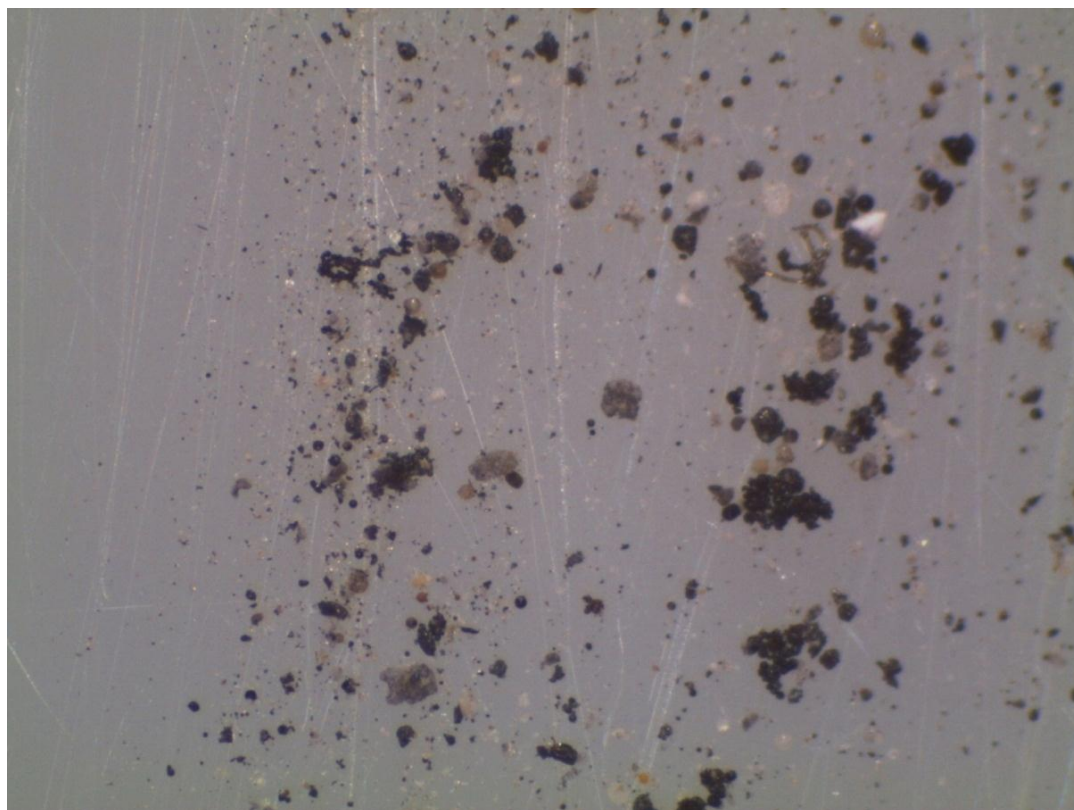


Рис. 12. Проба №3-12-2-1. Средне магнитная фракция (электромагнитная 1/бинокуляр, увел. 35^x)

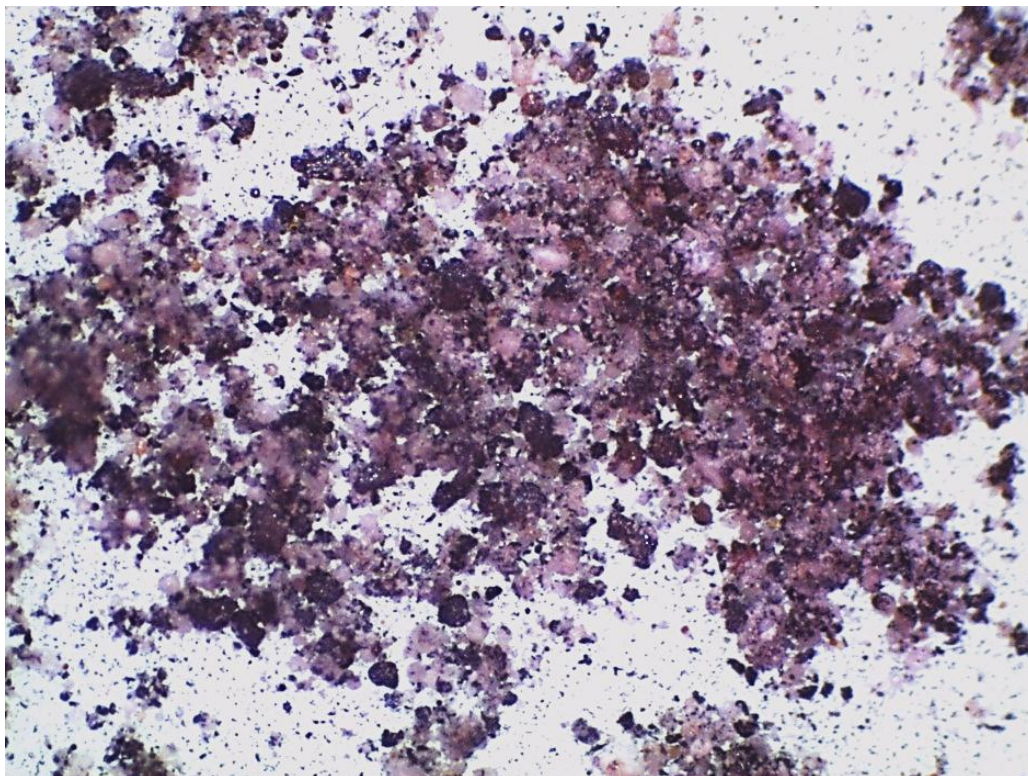


Рис. 13. Проба №3-12-2-1. Очень слабо магнитная фракция (электромагнитная
3/бинокуляр, увел. 35^x)

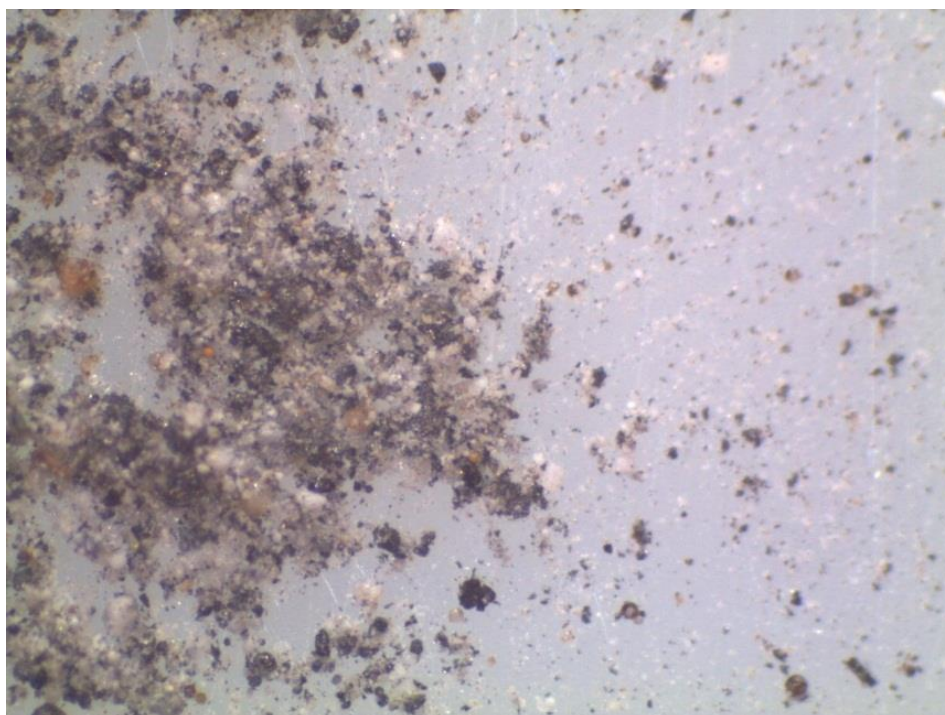


Рис. 14. Проба №3-12-2-1. Немагнитная фракция (бинокуляр, увел. 35^x)

Рассчитано процентное содержание частиц при различном размере ячейки сита, а также рассчитано процентное содержание магнитной фракции от общей пробы (табл.2).

Таблица 2. Результаты магнитной сепарации золошлаков (проба 3-12-2-1)

<i>Фракция – сод. гр.</i>	<i>%</i>
Магнитная – 8,68 г.	5,6
Электромагнитная 1 – 10,38 г.	6,7
Электромагнитная 2 – 4,05 г.	2,6
Электромагнитная 3 – 21,07 г.	13,6
Н.М. – 110,82 г.	71,5
ИТОГО – 155 г.	100%

По результатам ситового анализа, который был выполнен для пробы № 7-35-2-2, выявлено, что размер частиц составляет 2 – 0,04 мм (табл.3)

Таблица 3. Результаты ситового анализа (проба 7-35-2-2)

<i>Ячейка сита – сод. гр.</i>	<i>%</i>
2 – 5,3 гр.	1,34
1 – 6,6 гр.	1,67
0,5 – 12,5 гр.	3,16
0,25 – 20 гр.	5,04
0,125 – 32 гр.	8,1
0,04 -319,2 гр.	80,69
Итого – 400 г. (потери – 4,4 гр.)	100%

Электронная микроскопия

Минеральная фаза

В результате электронной микроскопии в слабо магнитной (электромагнитная 2) фракции пробы №3-12-2-1 обнаружена Cu –содержащая частица (рис 19)

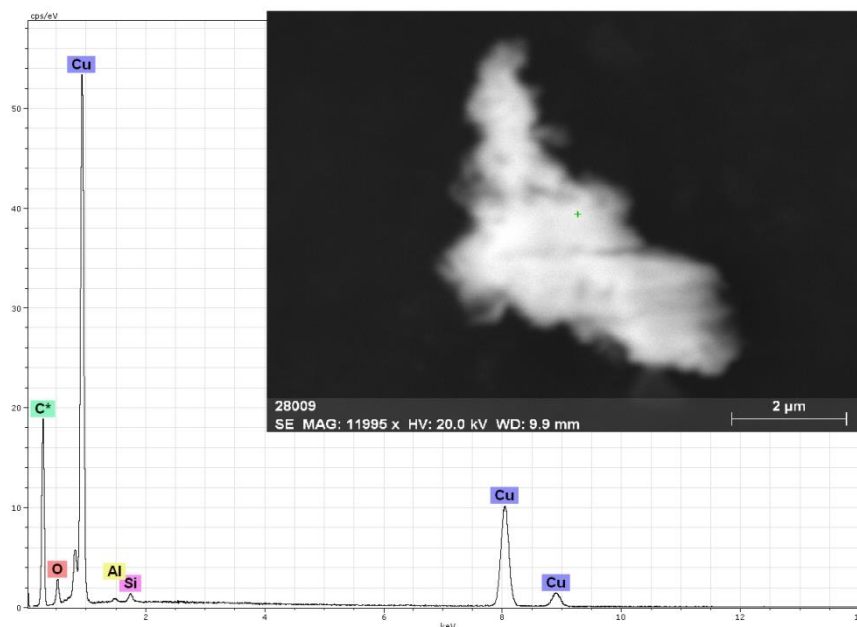


Рис. 15. Снимок и спектр Cu – содержащей частицы по данным сканирующей электронной микроскопии

Также обнаружен сульфид свинца (вероятно галенит) (рис.20)

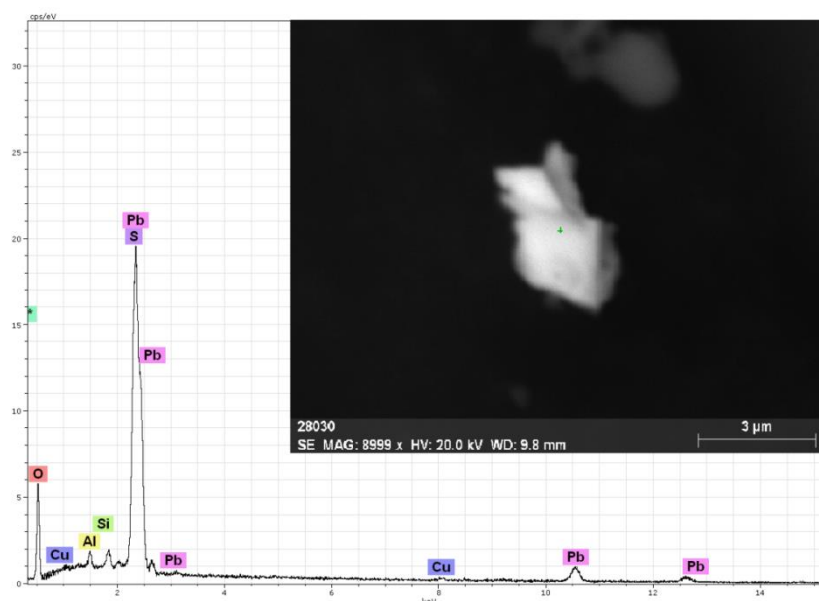


Рис. 16. Снимок и спектр сульфида свинца по данным сканирующей электронной микроскопии

В составе золы от сжигания углей очень слабо магнитной фракции (электромагнитная 3) пробы №3-12-2-1 присутствует барий (рис.21).

Исходя из этого можно сделать вывод, что выбросы угольных теплоэлектростанций обогащены барием [78].

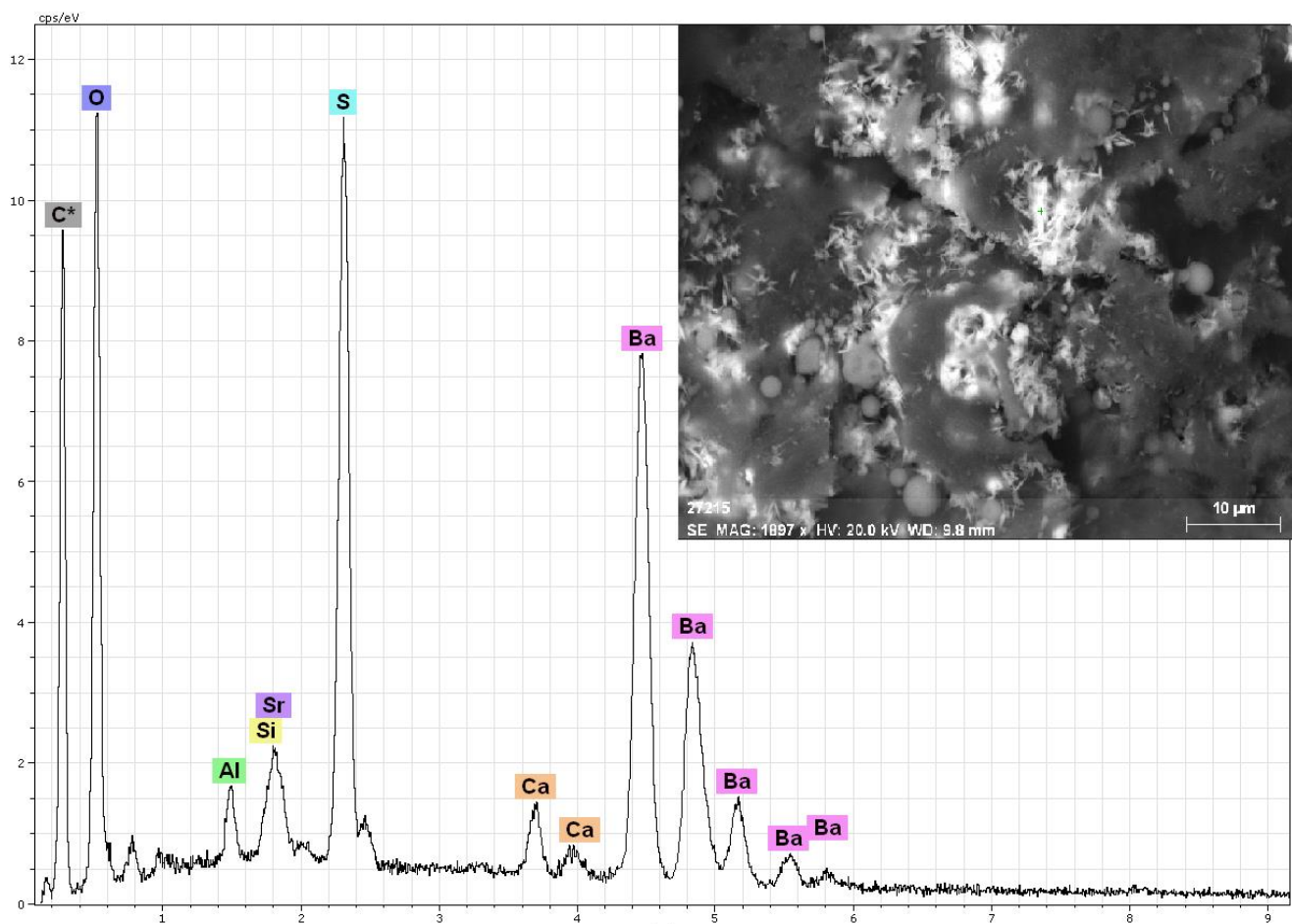


Рис. 17. Снимок и спектр сульфата бария по данным сканирующей электронной микроскопии

Поступление данных фаз в окружающую среду, возможно, связано с сжиганием Кузнецкого угля, в котором данные элементы находятся в виде примесей .

В данной фракции также обнаружен оксид железа (рис. 22)

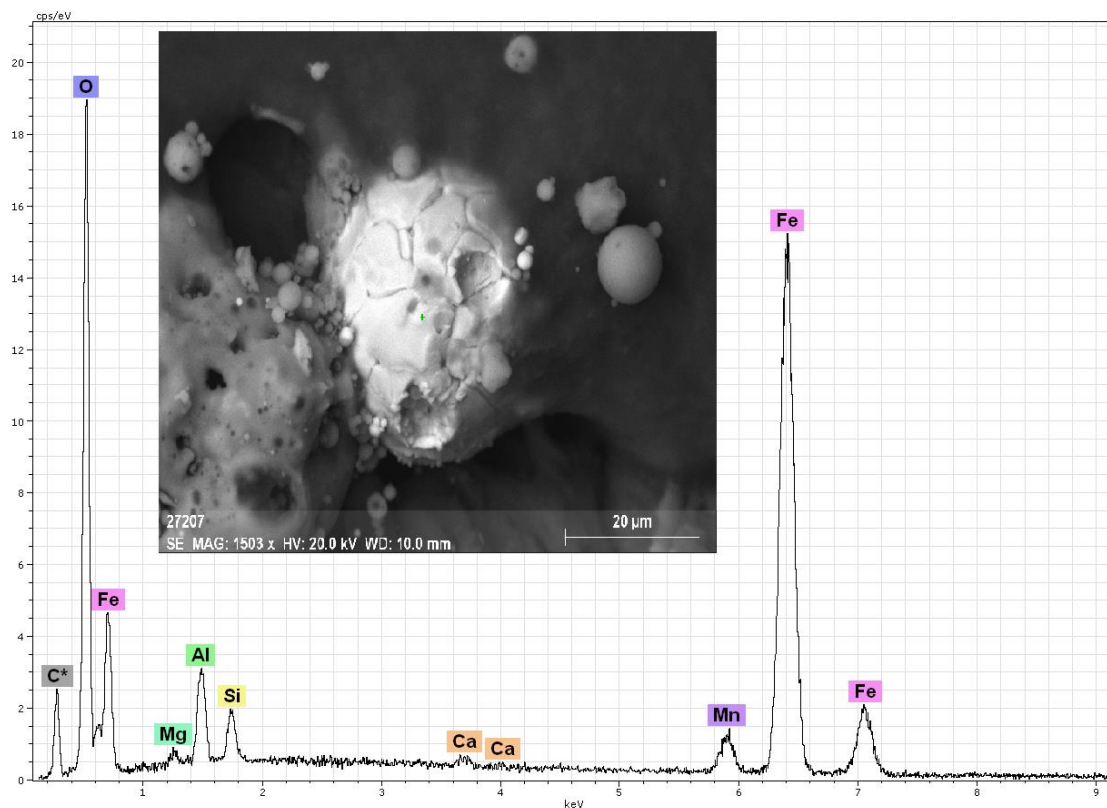


Рис. 18. Снимок и спектр оксида железа по данным сканирующей электронной микроскопии

Неминеральная фаза

В результате электронной микроскопии в пробе №3-12-2-1 обнаружены алюмосиликатные микросферулы (рис 23), а также сферулы с железистым и кремниевым составом, одна из которых представлена на (рис.24)

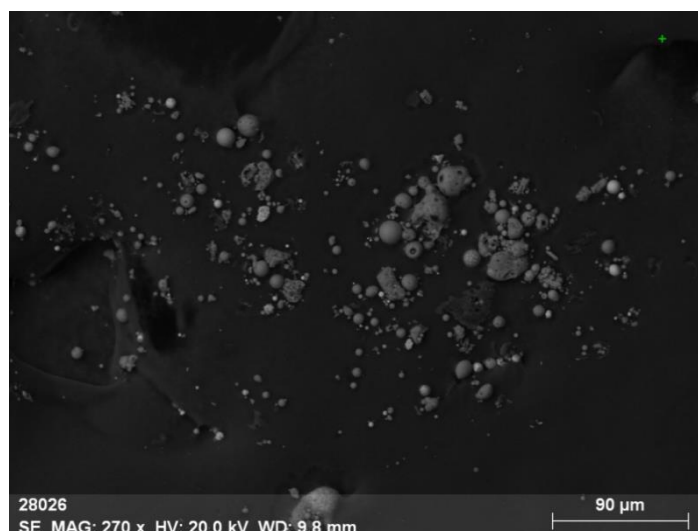


Рис. 19. Снимок алюмосиликатных микросферул по данным сканирующей электронной микроскопии

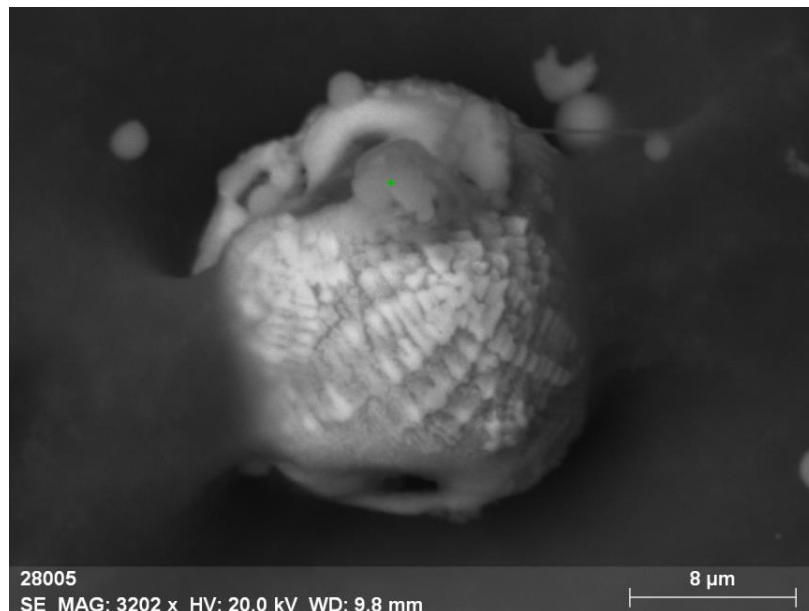


Рис. 20. Снимок сферулы с железистым и кремниевым составом по данным сканирующей электронной микроскопии.

Согласно проведенным исследованиям алюмосиликатные микросферулы состоят из таких минералов как муллит и силлиманит. Образование алюмосиликатных микросферул происходит при высоких температурах: силикатный минеральный материал углей плавится и в газовом потоке продуктов сгорания дробится на мельчайшие капли. Газовые включения в минеральных частицах при нагреве расширяются и раздувают отдельные капли расплава.

Минеральный баланс немагнитной фракции при исследовании электронным микроскопом (проба 3-12-2-1):

Основная масса – алюмосиликатные микросферулы

- Фракция на 94% состоит из алюмосиликатов (89% - микросферулы, 5% шлак)
- 2% - недожог угольный
- 3% - железистые микросферулы
- 0,5% - BaSO_4
- 0,5% - кварц, растительные остатки, оксид титана с ниобием

Рентгеноструктурный анализ

По данным рентгеноструктурного анализа с последующей расшифровкой дифрактограмм с использованием программного обеспечения Diffrac.eve установлено элементное содержание пробы №3-12-2-1.

Сильно магнитная фракция представлена Кварцем (42%), Муллитом (33,7%), Магнетитом (21,3%), Кальцитом (2,5%) и Железом (0,5%) (рис. 25).

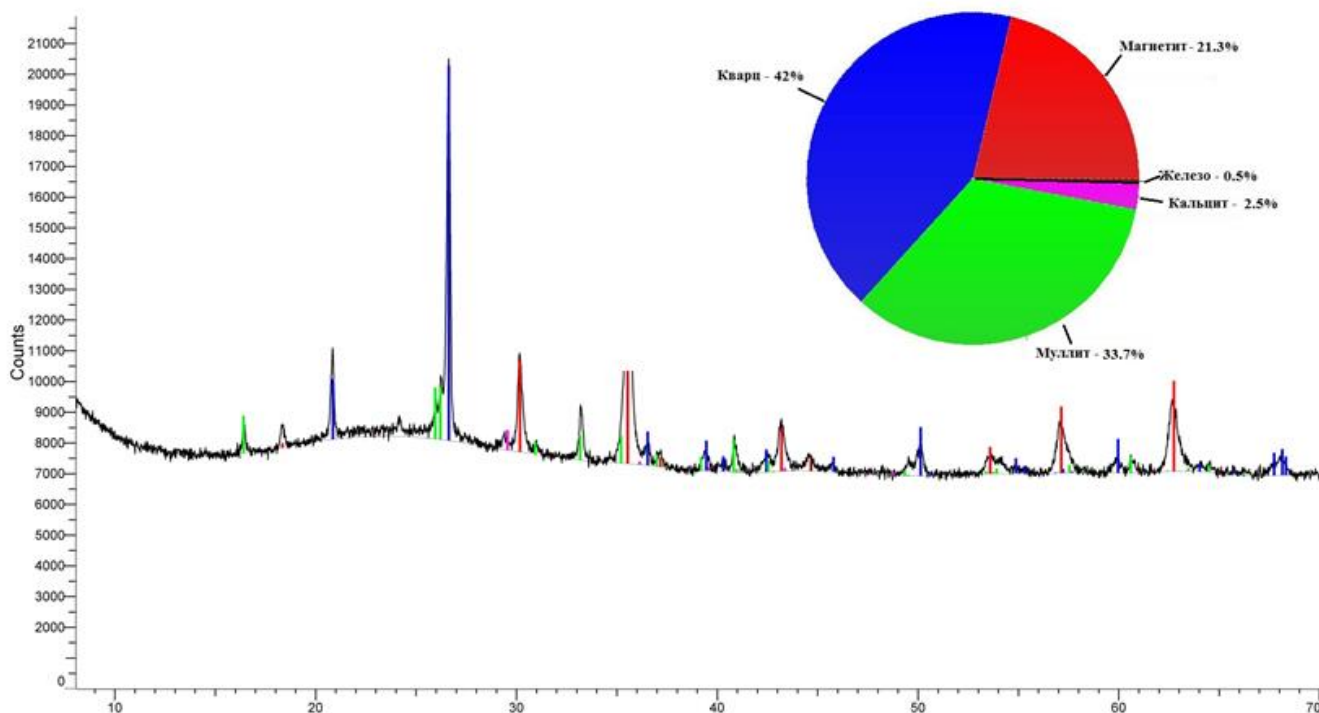


Рис. 21. Дифрактограмма пробы №3-12-2-1 сильно магнитная фракция (магнитная 1)

Средне магнитная фракция представлена Кварцем (42,8%), Муллитом (32,9%), Магнетитом (17,6%), Кальцитом (6,4%) и Железом (0,3%) (рис. 26)

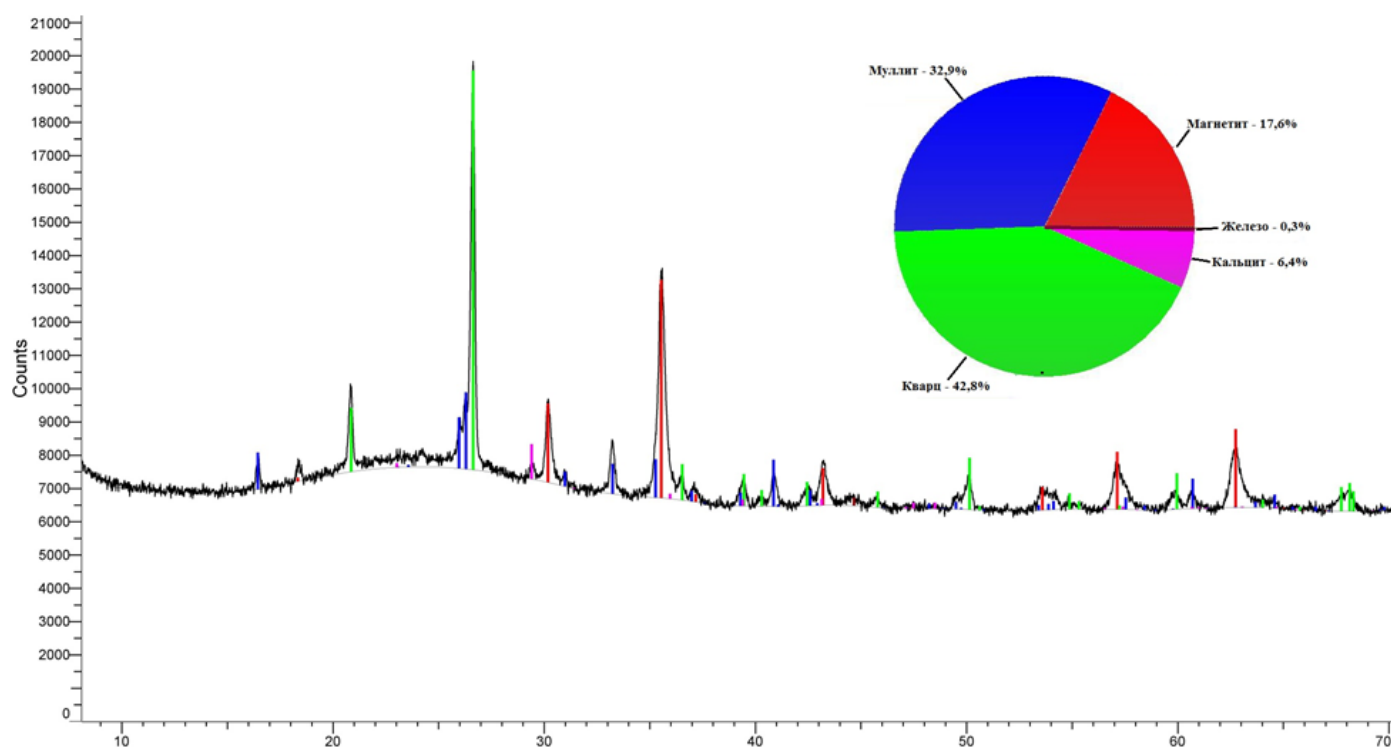


Рис. 22. Дифрактограмма пробы №3-12-2-1 средне магнитная фракция (электромагнитная 1)

Слабо магнитная фракция представлена Кварцем (43,4%), Муллитом (33,9%), Магнетитом (15,5%), Кальцитом (6,9%) и Железом (0,4%) (рис. 27)

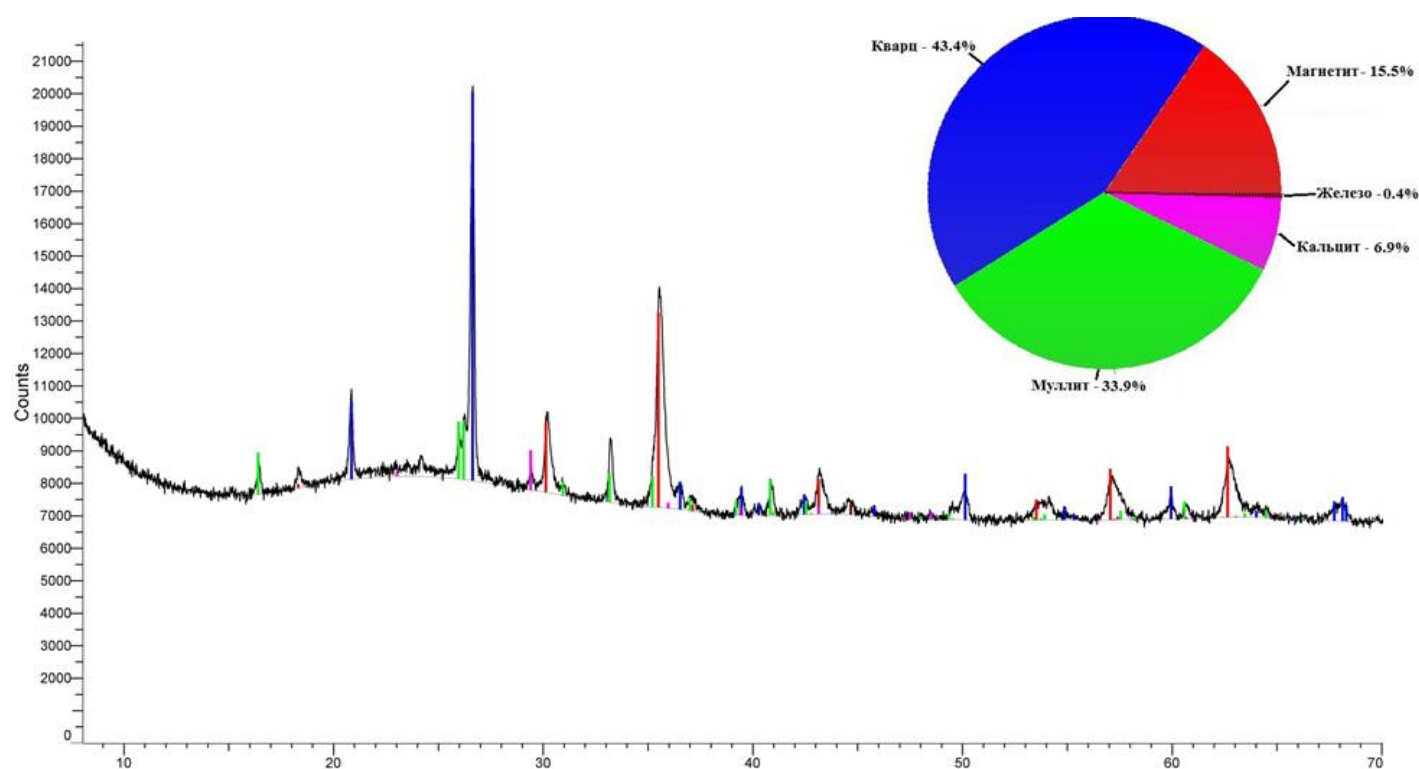


Рис. 23. Дифрактограмма пробы №3-12-2-1 слабо магнитная фракция (электромагнитная 2)

Очень слабо магнитная фракция представлена Кварцем (42,9%), Муллитом (44,8%), Магнетитом (4,2%), Кальцитом (8%) (рис. 28)

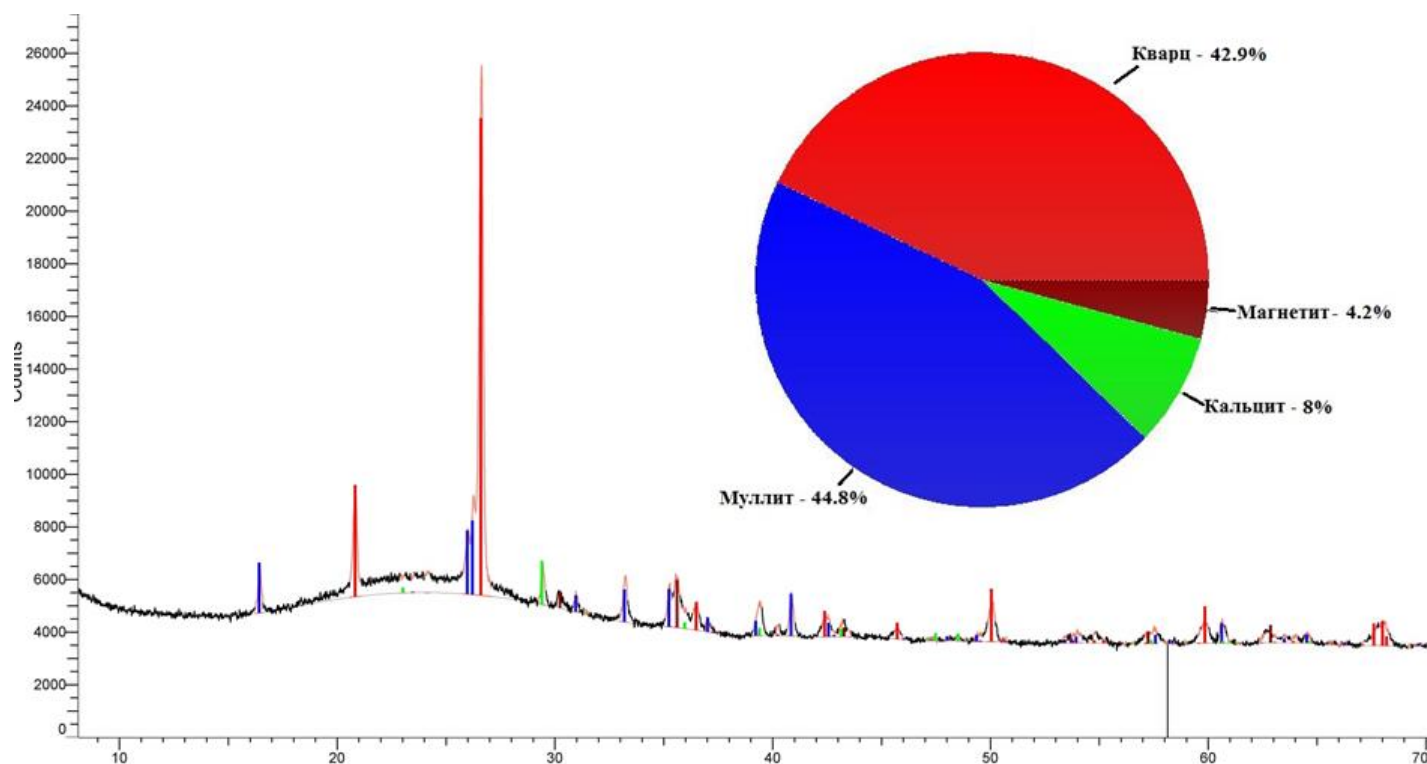


Рис. 24. Дифрактограмма пробы №3-12-2-1 очень слабо магнитная фракция (электромагнитная 3)

Немагнитная фракция представлена Кварцем (67,2%), Муллитом (27,3%), Кальцитом (5,4%) (рис. 29)

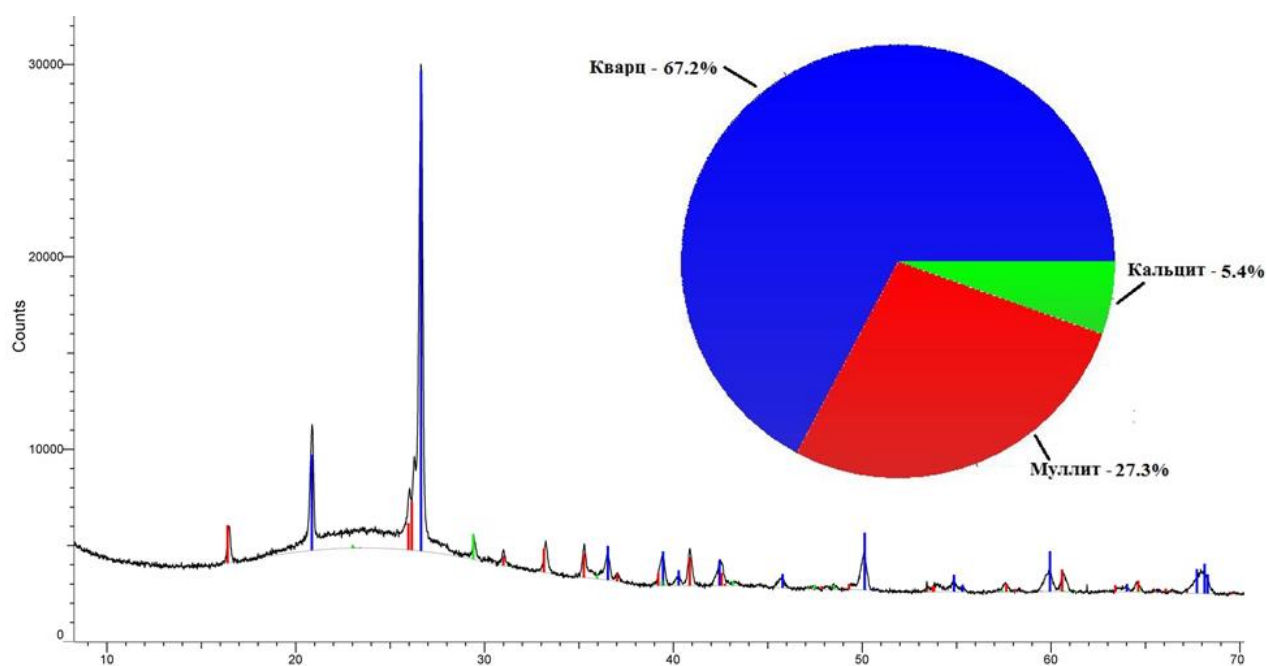


Рис. 25. Дифрактограмма пробы №3-12-2-1 немагнитная фракция

Для выделенных фракций характерно различное соотношение минеральных фаз. По результатам анализа установлено, что во всех пробах встречается кристаллическая фаза кварца и муллита, в отдельных пробах – магнетит и самородное железо(таблица 4)

Таблица 4. Поминеральный баланс фракций магнитной сепарации

Минерал	Фракции, %				
	Среднемагнитная фракция	Слабомагнитная фракция	Очень слабомагнитная фракция	Сильномагнитная фракция	Немагнитная фракция
Магнетит	17,6	15,5	4,2	21,3	-
Кварц	42,8	43,4	42,9	42	67,2
Муллит	32,9	33,9	44,8	33,7	27,3
Железо	0,3	0,4	-	0,5	-
Кальцит	6,4	6,9	8	2,5	5,4
ИТОГО	100	100	100	100	100

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)

Для РФА взяты две пробы №1-4-1-2 и №3-12-2-1 обычным магнитом пробы были разделены на две фракции магнитная/немагнитная. На анализ также отправили исходные пробы. Результаты анализа приведены в таблице 5. Результат показал, что пробы золы имеют кислый состав с высоким содержанием кремнезема.

Таблица 5. Содержание основных породообразующих элементов в золошлаках

№Проб	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	BAO	SO3	V2O5	CR2O3	NiO	SUM
3Ш-1-4-1-2	52,86	0,72	17,84	14,33	0,31	1,71	3,58	0,66	1,86	0,23	0,14	0,34	0,01	0,03	<0,01	99,80
3Ш-1-4-1-2м	42,56	0,59	14,68	28,72	0,67	2,09	3,77	0,53	1,52	0,24	0,14	0,20	0,02	0,06	<0,01	99,12
3Ш-1-4-1-2н	57,57	0,77	19,58	7,76	0,14	1,48	3,13	0,73	2,17	0,21	0,16	0,12	0,02	0,11	0,01	99,03
3Ш-3-12-2-1	55,46	0,74	18,54	6,50	0,14	1,21	2,66	0,75	2,03	0,18	0,13	0,24	0,01	0,02	<0,01	99,08
3Ш-3-12-2-1м	51,27	0,70	17,60	13,21	0,29	1,46	2,91	0,70	1,92	0,21	0,14	0,14	0,02	0,06	0,01	99,12
3Ш-3-12-2-1н	55,74	0,75	19,00	4,46	0,09	1,15	2,74	0,72	2,13	0,19	0,14	0,20	0,01	0,05	0,01	99,19

Глава 6. Направления комплексной переработки золошлаков

В настоящее время в соответствии с действующим природоохранным законодательством предприятия топливно-энергетического комплекса платят за загрязнение окружающей природной среды в части образования и размещения золошлаковых отходов (ЗШО) ТЭС. Даже при отнесении ЗШО к 5 классу опасности для окружающей природной среды экологические платежи весьма значительны, а при увеличении доли сжигаемого угля они могут еще более возрасти.

В связи с этим в России предусматривается увеличение объемов использования золошлаковых материалов (ЗШМ) в народном хозяйстве к 2015 г. до 20 %. Это значительно превышает реально существующий уровень их применения в настоящее время.

При этом, для решения данной проблемы предлагается изменить взгляд на ЗШО, т.е. рассматривать их не в качестве источника загрязнения окружающей природной среды, а как продукцию — сырье и материалы, которые образуются на ТЭС в процессе их основной производственной деятельности.

При современном уровне строительства существует острая необходимость в новых материалах, сочетающих в себе преимущества природных стройматериалов с современными запросами к качеству. В связи с развитием жилищного строительства, повышением требований к архитектурно-художественному виду зданий увеличивается спрос на декоративные отделочные материалы. С другой стороны стоит проблема использования огромного количества золы, ежегодно производящего ТЭС, загрязняющей почву и воду регионов. Поэтому использование золы в качестве компонента стройматериалов дает возможность не только удешевить строительную продукцию, но и улучшить экологическую ситуацию.

Непосредственно сырье золоотвала №2 предложено использовать в качестве материала для строительства дороги Томск –Тайга. Общая

протяженность — порядка 105 километров. Золошлаки с золоотвала №2 являются очень полезным сырьем для дорожных покрытий, обладают всеми необходимыми свойствами для дальнейшего использования в дорожном строительстве. Такой подход использования позволит использовать сырье золоотвала с пользой, а также решить ряд экологических задач относительно золоотвала №2.

6.1 Перспективные направления промышленного использования алюмосиликатных полых микросфер

Традиционным направлением утилизации алюмосиликатных полых микросфер из золы уноса ТЭС является производство керамических легковесных теплоизоляционных материалов; сферопластиков, дорожно-разметочных термопластиков, тампонажных материалов и буровых растворов, радиопрозрачных и облегченных строительных керамик, теплоизоляционных без обжиговых материалов и жаростойких бетонов. Спектр уникальных материалов, созданных на базе силикатных микросфер, представляется поистине фантастическим - от высококачественной дорожной разметки до медицинской продукции.

- Газонаполненные материалы на основе различных полимерных связующих, становятся все более популярны в надводном, подводном судостроении и самолетостроении, при создании тепло- и электроизоляционных материалов, а также в радиоэлектронике. Использование полых микросфер в качестве неорганических наполнителей обеспечивает материалам комплекс уникальных технологических свойств - пониженную плотность, повышенную прочность на объемное сжатие и устойчивость к различным деформациям, улучшенные электро-, тепло- и звукоизоляционные свойства. Одной из масштабных областей применения сферопластиков в России является производство теплоизоляционных покрытий теплотрасс с температурой эксплуатации до 200 °С.

Главное препятствие к расширению выпуска различных сферопластиков - небольшие масштабы производства искусственных полых микросфер. Между тем во многих случаях обеспечение промышленности этим сырьем возможно за счет использования алюмосиликатных полых микросфер из золы ТЭС. Существенно при этом, что стоимость полых микросфер из золы ТЭС в 10 и более раз ниже, чем микросфер, получаемых промышленными методами.

- Четкая разметка автомобильных дорог абсолютно необходима в условиях неуклонно растущего количества автотранспорта. В настоящее время широкое распространение получили разметочные материалы на основе термопластиков. К качеству разметочного термопластика предъявляются высокие требования. Он должен обладать хорошей растекаемостью к дорожному покрытию, высоким коэффициентом диффузного отражения (белизной) в любое время суток при различных погодных условиях, повышенной износостойкостью, а также устойчивостью к воздействию солевых растворов.
- Облегченная строительная керамика. Научно-производственным строительным объединением "Керамика" (С.-Петербург) разработана промышленная технология получения крупногабаритных панелей из керамики, в составе которой песок полностью заменили микросферами. В результате плотность изделия уменьшилась на 45 %, а прочность возросла почти в 2 раза.
- Теплоизоляционные жаростойкие бетоны. Техничко-экономические показатели работы тепловых агрегатов в значительной степени зависят от качества примененных огнеупорных материалов. Из-за нехватки в стране последних они частично импортируются из-за рубежа. В связи с этим существует тенденция к замене штучных легковесных огнеупоров жаростойкими бетонами с пористыми заполнителями. К числу таких материалов относятся полые микросферы. В отличие от других пористых заполнителей (керамзита, перлита, пемзы) микросферы, обладая сфероидальной пустотелой формой и тонкими стенками, позволяют существенно повысить теплоизоляционные свойства материалов за счет более эффективного рассеивания радиационного теплового потока.

- Облегченный тампоажный материал. При геологоразведочном и эксплуатационном бурении нефтяных и газовых скважин крепление последних осуществляется путем их цементирования различными тампоажными материалами. Один из эффективных методов борьбы с поглощением тампоажного раствора - снижение его плотности. Снижение плотности тампоажного раствора может быть достигнуто введением в его состав наряду с цементом полых микросфер. Использование этого материала в геологоразведочном и эксплуатационном бурении в условиях поглощения позволяет уменьшить создаваемое им гидравлическое сопротивление и тем самым повышает эффективность крепления скважин.

6.2 Производство и потребление алюмосиликатных полых микросфер

В настоящее время производство и потребление стеклянных микросфер в основном сосредоточено в промышленно развитых странах. Под маркой стеклянные микросферы обычно подразумеваются два различных по цене и назначению продукта. Синтетические микросферы используются, как правило, в высокотехнологичных производствах (медицине, хроматографии, электронике, лазерной технике), где очень высоки требования к размерам, форме, оптическим свойствам и составу сфер.

6.3 Потенциальные области применения магнитных микросфер

Потенциальные направления промышленного использования магнетитовых микросфер определяют их фазовый состав (сочетание силикатных стекол и рудных кристаллитов), сферическая форма и особенности внутренней морфологии. В общем случае они могут быть утилизированы как специфический железорудный концентрат, причем природно-легированный (высокие концентрации примесей Ti, Mn, V, Ni, Co и прочих металлов не редкость в углях, а, следовательно, и в золах многих месторождений). Сферическая форма позволяет использовать магнитные шарики в качестве наполнителей разнообразных композиционных материалов.

- Специальные бетоны. Одним из требований, предъявляемых к материалам, используемым при строительстве атомных электростанций, является их способность экранировать электромагнитное излучение. Магнетитовые микрошарики могут входить в состав специальных бетонов в смеси со стандартным магнетитовым концентратом - традиционным компонентом такого рода материалов.

Магнитная сепарация золы угля Кузнецкого бассейна показала, что отчетливо выделяется группа элементов, преимущественно накапливающаяся в магнитной фракции. Это, в первую очередь, железо, никель, кобальт и молибден. Содержание элементов в этой фракции достигает уровня промышленных концентраций в собственных месторождениях [5]. Содержание Fe в золошлаках составляет около 5,6%. Соответственно, общая масса Fe в золоотвале приблизительно 672000 т. Учитывая выход металла в магнитную фракцию, методом магнитной сепарации может быть добыто около 400 тыс. т. Fe.

Таблица 6. Химический состав основных продуктов, полученных из золы угольных ТЭС

Продукты переработки золы ТЭС	Содержание химических компонентов, % масс. (Ga в г/т)							
Кузнецкий угольный бассейн (Каширская ГРЭС)	Углерод	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO/MgO	Na ₂ O/K ₂ O	Ga	MnO
Зола	13,00	50,0	21,5	7,44	2,12/1,32	0,65/1,84	18	0,13
Углеродный концентрат	63,4	18,2	9,19	1,47	1,56/0,55	0,19/0,69	11	0,03
Магнетитовый концентрат	<1	24,3	9,43	62,8	3,30/3,73	0,39/0,78	19	1,20
Алюмосиликатный концентрат	3,80	59,3	25,5	3,78	1,91/1,21	0,85/2,39	20	0,06
Глиноземный концентрат	сл.	36,3	32,1	9,13	3,73/2,20	6,29/0,41	24	0,15
Белитовый шлам (сорт А)	сл.	23,2	1,05	0,28	39,90/0,21	0,1/сл.	3	0,10

Магнитная фракция с повышенным содержанием железа применяется к использованию при выплавке стали, чугуна и ферросплавов; в качестве утяжелителя минеральной суспензии при обогащении полезных ископаемых, в специальных бетонах.

В пользу именно такого, на первый взгляд, сложного способа утилизации свидетельствует тот факт, что в США промышленные установки по

разделению зол на собственно цементную часть (пуццолан), шлак и магнетитовый концентрат начали работать еще в 1960-е годы.

В целом, за рубежом микросферы находят широкое применение в производстве керамических легковесных теплоизоляционных материалов; теплоизоляционных жаростойких бетонов; сферопластиков и термопластиков; радиопрозрачных керамик; облегченных тампонажных и буровых растворов

Таким образом, спектр потенциальных областей применения зольных продуктов весьма широк и включает производства самого различного уровня квалификации - от выпуска цемента, кирпича или материалов для закрепления гудрона до дорогостоящей продукции высоких технологий.

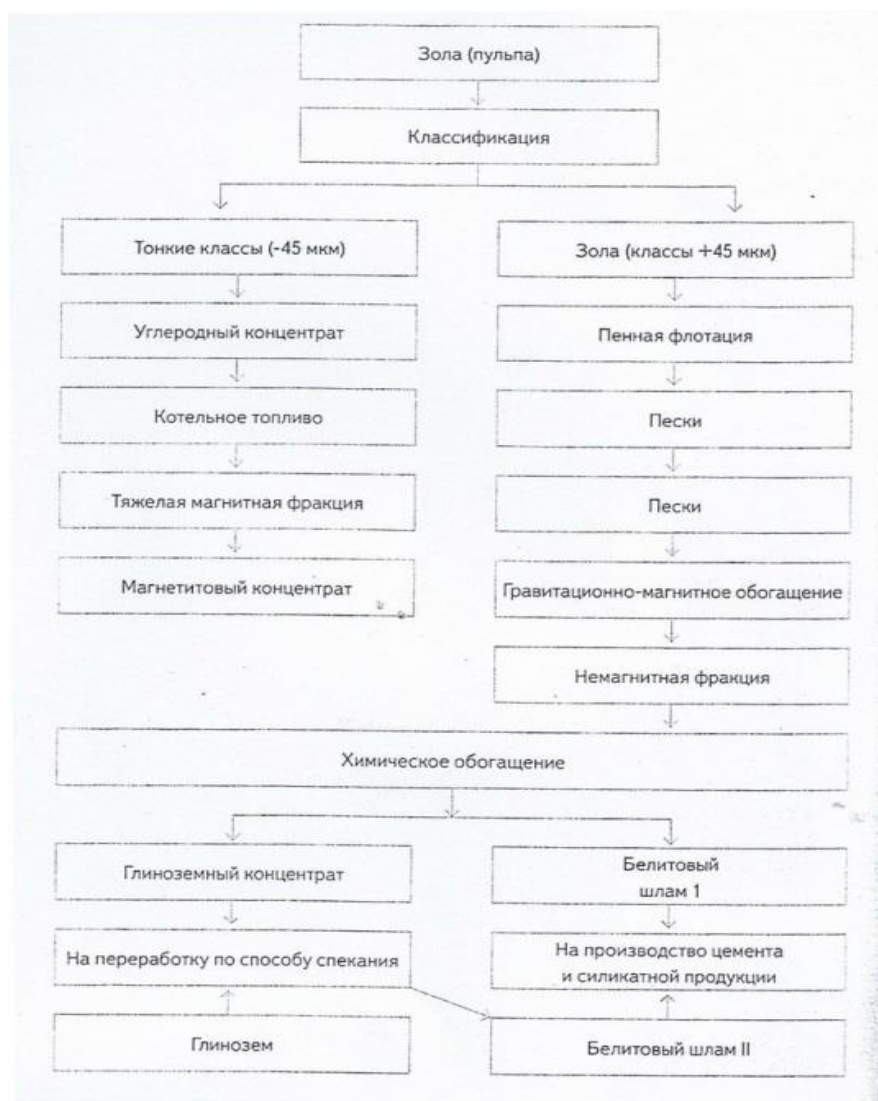


Рис. 26. Схема комплексной переработки золошлаков угольных ТЭС

6.4 Инновационная технология глубокой и полной переработки золы углесжигания как альтернатива традиционному накоплению и складированию

Существует множество методик и подходов переработки золошлаков. Далее представлен один из таких подходов на базе Каширской ГРЭС (Московская область), стоит отметить, что работает данная ГРЭС на угле Кузнецкого бассейна.

Прежде всего золу необходимо освободить от посторонних примесей, шлаковых сростков и т.д., для чего ее необходимо классифицировать, например, по классу -200 мкм. Затем в большинстве случаев из золы необходимо удалить углеродную фракцию (рис. 32), так как для большинства видов сырья (например, для производства бетонов) важное значение имеет такой показатель, как потери при прокаливании, которые не должны превышать 2%. Крупные классы могут быть использованы для отсыпки местных дорог. Классы -200 мкм, количество которых в ЗШО обычно составляет 90-92%, могут быть направлены на 100%-ную переработку по технологии, блок-схема которой в общем виде представлена на рис. 27

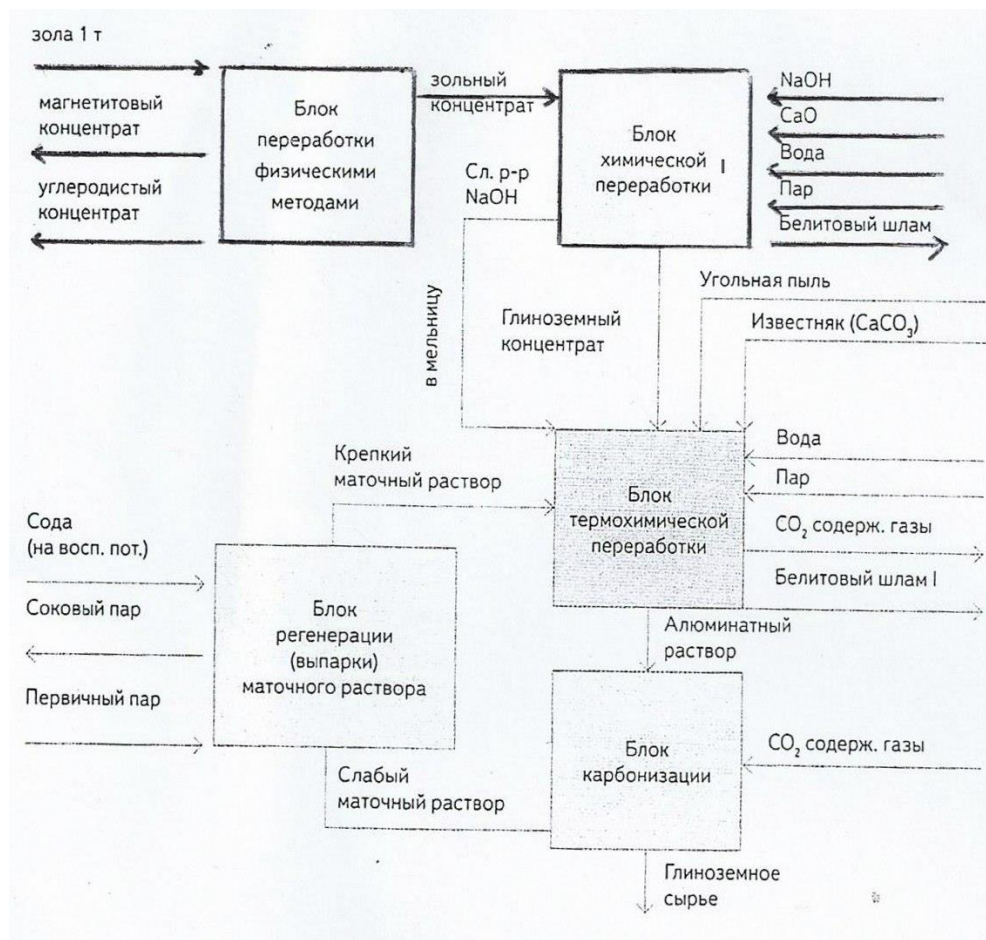


Рис. 27. Принципиальная технологическая схема переработки золы, разработанная на базе Каширской ГРЭС, работающей на кузнецких углях[25]

По каждому блоку разработаны схемы цепи аппаратов, выбрано основное технологическое оборудование и составлены материальные балансы по сухому веществу и водношламовые балансы.

На первом этапе переработки золы (блок переработки физическими методами) предполагается ее гидроклассификация, необходимая для выделения мелких фракций, которые в ряде случаев мешают процессам флотации и магнитной сепарации. В то же время тонкие и сверхтонкие фракции представляют собой дефицитный продукт для использования в качестве наполнителей в производстве особо прочных бетонов.

В блоке переработки физическими методами из золы флотацией выделяется углеродный концентрат, пригодный по качеству для возврата его в котел в качестве дополнительного топлива. Тем самым повышается полнота использования угля и снижаются его потери, связанные с недожогом. Алумосиликатный продукт, содержащий менее 5% углерода, востребован

строительной промышленностью в качестве наполнителя бетонов и других материалов.

После выделения углеродного концентрата методом мокрой магнитной сепарации на электродинамическом сепараторе из золы может быть извлечена магнитная фракция, содержащая до 56-58% Fe_2O_3 (при дополнительных перечистках получен магнетитовый концентрат, содержащий 72-76% Fe_2O_3).

Отходы обогащения золы (зольный концентрат), представляющие собой очищенный от углерода и железа алюмосиликатный продукт (примерно 70-80% Al_2O_3), вместе с мелкой фракцией направляется на дальнейшую переработку. Для золы Каширской ГРЭС наиболее рациональным является «недожог» и переработка их в строительные материалы (кирпич, окатыш, пенозол и другие продукты и материалы).

.В предлагаемой схеме предусматривается блок химической переработки зольного концентрата (алюмосиликатного продукта) для извлечения кремнезема (SiO_2) методом растворения его щелочью с получением глиноземного концентрата и раствора силиката натрия. При регенерации раствора силиката натрия известью (CaO) образуется раствор щелочи и минерал белит (осажденный двухкальциевый силикат). Щелочь возвращается в начало процесса на растворение кремнезема, а белит в виде белого шлама (сорт А) выводится из процесса как готовый продукт («белый шлам»).

Белый шлам может иметь и более высокотехнологичное применение — для производства фарфоровых изделий, промышленной керамики, силикатного кирпича, белых и цветных цементов и др. Получаемые по данной технологии белитовые шламы могут найти применение в различных отраслях строительной промышленности. Глиноземный концентрат направляется в блок термохимической переработки, где происходит вначале спекание его с известняком, а затем выщелачивание из спека раствором соды алюмината кальция. При этом образуются алюминатный раствор и серый белитовый шлам (сорт Б). Алюминатный раствор после обескремнивания направляется в блок

карбонизации для производства гидрооксида алюминия по обычной схеме, известной в технологии глинозема, а белитовый шлам (так называемый «серый шлам») направляется на производство цемента.

Среди технических и строительных материалов, полученных с использованием в качестве исходного сырья золы угольных ТЭС, необходимо выделить пеноизол как новый композитный стеклокристаллический материал. Для его получения использован обжиг смеси золы и стеклобоя со вспенивателем, что обеспечивает пористо-ячеистую структуру и специфические свойства пеноизола: легкость, малую теплопроводность, конструкционную прочность, влагостойкость и атмосферную устойчивость. Совокупность этих свойств предопределяет эффективность рекомендуемого использования пеноизола в оперативном малоэтажном строительстве — например, в зонах экологических бедствий (пожаров, наводнений, землетрясений и др.), с минимизацией затрат и обеспечением долговечности зданий и сооружений[39].



Рис. 28. Пеноизол[23]

Представленная схема переработки золы предусматривает получение углеродного и магнетитового концентратов, алюмосиликатного продукта, белитовых шламов, а также глинозема — дефицитного сырья для производства алюминия

Методами физического обогащения из золы возможно получать только обогащенные концентраты, но не конечные продукты.

Переработка зольного концентрата физическими методами невозможна, поэтому для разделения золошлаков на компоненты, пригодные для использования в качестве сырья и материалов в других отраслях промышленности, необходимо применять химические и термохимические методы переработки.

Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Технико-экономическое обоснование

Технико-экономическое обоснование работ проводится с целью определения трудовых и денежных затрат на исследовательские работы.

Целью работы является изучение минерального и химического состава вскрышных пород, золошлаковых отходов золоотвала №2 Северской ТЭЦ.

Лабораторные работы по определению химического состава были проведены ранее, при исследовании вскрышных пород, золошлаковых отходов и сортового угля сотрудниками кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического.

Все отобранные пробы анализировались в лабораториях, имеющих сертификат и работающих по аттестованным методикам.

- 1) Количественное определение группы микроэлементов, в том числе редких, редкоземельных рентгенофлуоресцентным анализом (РФА)
- 2) Минеральный состав определялся рентгеноструктурным методом с использованием дифрактометра D2 Phaser. Исследования проводились в научно-производственном центре «Урановая геология» 20 корпуса ТПУ.

Камеральная обработка данных заключается в сборе и систематизировании полученных данных об исследуемой территории.

Все проведенные виды работ представлены в таблице 6.1.

Таблица 5. Виды проведенных работ

№	Вид работ	Определение	Метод	Объем		Характеристика
				Ед.изм.	Кол-во	
1	Лабораторные	Химические элементы	РФА	проба	6	Валовые содержания элементов в диапазоне от В до U
		Минеральный состав	РСА	проба	5	Анализ при помощи дифрактометра D2 Phaser
			Эл. микроскоп	проба	3	Электронный микроскоп Hitachi S-3400N
2	Камеральные		ПЭВМ	-	-	Обработка материала

7.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород» таблица 9.2. Из справочника берутся следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$N = Q \times N_{вр} \times K$, где:

N-затраты времени;

Q-объем работ;

N_{вр}- норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Затраты времени приведены в таблице 6

Таблица 6- Затраты времени на выполнение рентгеноструктурных анализов

N п/п	Наименование этапа анализа, операции	Норма времени	Количество проб	Затраты времени
-------	--------------------------------------	---------------	-----------------	-----------------

№ п/п	Наименование этапа анализа, операции	Норма времени	Количество проб	Затраты времени
1	Подготовка (истерание пробы)	0,50	5	2,5
2	Получение дифрактограммы для качественного фазового анализа в одном интервале узлов	0,21	5	1,05
3	Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: 3 группа	3,40	5	17
			Итого	20,55

В таблице 7. Дана группа сложности выполняемых работ.

Таблица 7. Классификация минералов по сложности их определения с помощью рентгенометрического определителя, рассчитанных дебаеграмм и дифрактограмм

Группа сложности	Классы и группы сложности
1	2
III	Минералы более сложные с изоморфными замещениями, метамиктные минералы и смешанослойные образования глин, дебаеграммы которых отличаются от эталонных (приведенных в рентгенометрических определителях).

Затраты времени приведены в таблице 8

Таблица 8.. Нормы времени на выполнение рентгеноструктурного анализа (в бригадо-часах)

N п/п	Наименование этапа анализа, операции	Единица измерения	Колич ество	Норма	Итого
1	2	3	4	5	6
	I. Подготовка проб к анализу		5		
1515	Подготовка препарата для рентгеноструктурного анализа с фотографической регистрацией дифракции рентгеновских лучей	Проба		0,47	2,35
1517	Подготовка порошкового препарата, растирка со спиртом	-"		0,50	2,5
1519	Подготовка ориентированного препарата	-"		0,25	1,25
1543	Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: III группа	-"		3,40	17
Общие затраты					23,1

Все работы выполняются одним человеком. Затраты времени составляют 23,1 часов. На выполнение работ потребуется примерно 4 рабочих дня.

7.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ

Перечень расхода материалов используемых при рентгеноструктурном методе, нормы расхода представлены в таблице 9. Используются нормы из ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород».

Таблица 9- Перечень и нормы расхода лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при производстве рентгеноструктурного анализа

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Цена, руб	Норма расхода	Сумма, руб
1	Бланки для выписывания результатов анализа	шт.	6*2	100,0	1200
2	Вата медицинская гигроскопическая	кг	0,1*50	1,0	5
3	Материалы для оформления результатов анализа (журнал, бумага, тушь, чернила и др.)	руб.	66,5	45,0	2992,5
4	Пинцет медицинский	шт.	102	1,0	102

7.4 Общая стоимость лабораторных анализов

В таблице 10 приведены расценки на проведенные лабораторные испытания и подсчитана общая стоимость всех проведенных методов.

№	Вид работ	Определение	Метод	Объем		Стоимость единицы работ	Общая стоимость работ
				Ед.изм.	Кол-во		
1	Лабораторные	Химические элементы	РФА	проба	6	1100	6600
		Минеральный состав	РСА	проба	5	800	4000
			Эл. микроскоп	проба	3	-	-
2	Камеральные		ПЭВМ	-	-	-	-
ИТОГО:					14		10600

Таким образом, стоимость проведенных анализов составляет 10,6 тысяч рублей.

Лабораторный этап работ: подготовка к изучению проб, включающая в себя просеивание проб через сита, измельчение на виброистирателе, упаковка проб в бумажные конвертики; далее следует подготовка к рентгеноструктурному анализу, заключающаяся в формировании проб в «таблетки» для изучения минералогического состава на рентгеновском дифрактометре на кафедре геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета, результаты анализа представляются в виде рентгенограммы.

Камеральный этап: сбор и анализ информации об объекте и районе его расположения, обработка данных полевых и лабораторных исследований, расшифровка рентгенограмм, получение информации и породообразующих минералах в отходах, обработка результатов биотестирования, делается вывод от наличия/отсутствии острого токсического действия.

После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Глава 8. Социальная ответственность при проведении комплексного эколого-геохимического исследования золошлаков ТЭЦ ЗАТО Северск

Данный раздел посвящен социальной ответственности при изучении минералого-геохимического состава золошлаковых отходов золоотвала №2 Северской ТЭЦ.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность - ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [14].

Задача работы состоит в определении минерального состава проб при помощи бинокулярного микроскопа и дифрактометра D2 Phaser, имеющего минимальные значения рентгеновского излучения вблизи прибора, т.е. полная его безопасность и отсутствие необходимости ставить помещение на специальный радиационный контроль, в изучении геохимической характеристики и в анализе и сопоставлении исходных и полученных данных.

Основные работы проводятся в камеральном помещении в 20 корпусе ТПУ на 5 этаже в научно-производственном центре «Урановая геология. Рабочее место имеет как естественное (окна) освещение, так и искусственное (лампы).

Данный раздел посвящен безопасности на лабораторном и камеральном этапах.

8.1 Профессиональная социальная безопасность

Проведенные работы сопровождаются как вредными, так и опасными факторами.

Все вредные и опасные факторы при лабораторных и камеральных работах указаны в таблице 5.1 [8].

Таблица 11- Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных и камеральных работ

Этап работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Камеральный и лабораторный	Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка данных, полученных при изучении проб при помощи дифрактометра и микроскопа	1. Электрический ток 2. Пожарная опасность	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Степень нервно-эмоционального напряжения	1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [8] 2. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9] 3. 123-ФЗ [10] 4. СанПиН 2.2.4.548-96 [11] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [12] 6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [13]

8.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

1. Электрический ток. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации оборудования человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Аудитория, где проводятся работы, относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С°, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций) [15].

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды

К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний [5].

2. Пожарная опасность. При протекании по проводам, кабелям ЭВМ электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных участков до 70-100°C. При повышении температуры отдельных участков возможно оплавление изоляционных проводов, которое ведет к искрению, замыканию.

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, которые обеспечивают в случае пожара:

- возможность эвакуации людей вне зависимости от возраста и физического состояния сначала на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;

- возможность доступа пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и их жизни и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания [10].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
 - ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
 - снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
 - наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
 - сигнализация и оповещение о пожаре.
- В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:
- «План эвакуации людей при пожаре»;
 - для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.);
 - установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП) [10].

8.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях,

оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и, следовательно, на его работоспособность.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические параметры, указанные в таблице 12.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м^2 - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м^2 - при облучении не более 25% поверхности тела [11].

Таблица 12. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений [11]

Период года	Категория работ	Температура воздуха $^{\circ}\text{C}$, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая 1а	22 -24	40 -60	0,1
Теплый	легкая 1а	23 – 25	40 -60	0,1

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, перерывы в работе [11].

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Правильно освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное

психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное и искусственное освещение.

Расчет освещенности произведем методом коэффициента использования светового потока, который применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

$$\Phi = \frac{E \times S \times z \times k}{N \times \eta}$$

Цель расчета освещенности заключается в том, чтобы узнать, какое количество ламп необходимо для обеспечения освещенности помещения – найти величину N.

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

где E – заданная минимальная освещённость, лк; S – площадь помещения, м²; N – число светильников; η - коэффициент использования; $z=E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$ – характеризует неравномерность освещения; Φ – световой поток, лм; k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности и т.д.

Допустимая освещенность при общем освещении составляет E=300 лк, высота рабочей поверхности составляет $h_p=0,8$ м [12].

В аудитории используется система общего освещения. Параметры данного помещения: длина A =7 м, ширина B = 5 м, высота H = 3,5 м. Светильники размещены в 3 ряда по 3 светильника в ряду. Тип светильника - ЛВО 4×18 мощностью 71,5 Вт, длиной 0,6 м, световой поток составляет $\Phi=3500$ лм. Для люминесцентных ламп: $z = 1,1$; $k = 1,5$.

Высота лампы над рабочей поверхностью составит: $h=H-h_p=3,5$ м-0,8 м=2,7 м.

Чтобы определить параметр η следует найти индекс помещения i:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{7 \times 5}{2,7 \times (7 + 5)} = 1,08$$

где А и В – длина и ширина помещения; h – высота над рабочей поверхностью.

Коэффициенты отражения поверхностей: R потолка=0,5, R стен=0,5, при таких данных коэффициент использования $\eta=60\%$.

Следовательно, количество светильников:

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

$$N = \frac{300 \times 35 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 8,25 \text{ шт}$$

Следовательно, в помещении для освещённости равной 300 лк необходимо иметь 9 светильников. В аудитории установлено 9 светильников, следовательно, помещение достаточно освещено.

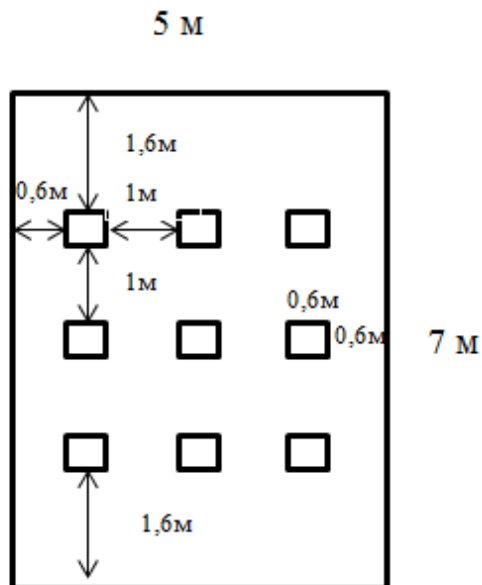


Рис.29. Схема расположения светильников в аудитории

8.4 Степень нервно-эмоционального напряжения.

Характеристикой напряжения человека-оператора, является состояние утомления.

В психологии труда утомление рассматривается как особое, своеобразно переживаемое психическое состояние (по Н.Д. Левитову), включающее следующие компоненты:

1. Чувство слабосилия. Утомление сказывается в том, что у человека снижается работоспособность, даже тогда когда производительность труда еще сохраняется на прежнем уровне. Снижение работоспособности выражается в переживании особого, тягостного напряжения и неуверенности. Человек чувствует, что теперь он не в силах полноценно выполнять работу.

2. Расстройство внимания. Внимание - наиболее утомляемая психическая функция. В случае утомления внимание притупляется, становится вялым, малоподвижным, иногда наоборот, хаотически подвижным, неустойчивым.

3. Расстройства в сенсорной области. Данным расстройствам под влиянием утомления подвергаются рецепторы, принимающие участие в работе. (Например, когда человек долго читает без перерыва, у него начинает «расплываться» в глазах текст).

4. Нарушение в моторной сфере. Утомление выражается в замедлении или беспорядочной торопливости движений, расстройстве их ритма, в ослаблении точности и координации движений, их деавтоматизации.

5. Ухудшение памяти и мышления.

6. Ослабление воли.

7. Сонливость - как выражение охранного торможения [3].

Для того чтобы снизить утомляемость работников, необходима правильная организация рабочего места, а также перерывы каждые 2 часа, сопровождающиеся физминутками, гимнастикой для глаз и др.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Здание, в котором располагается камеральное помещение по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой

или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости. Степенью огнестойкости называется способность здания в целом сопротивляться разрушению при пожаре. Здания и сооружения по степени огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости здания зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от пределов распространения огня по этим конструкциям.

Степень огнестойкости здания II согласно [16]. Основные части зданий I, II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на: воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

В настоящее время для производственных помещений предприятия основными являются углекислотные огнетушители. Тушение происходит вследствие изоляции горящего предмета от кислорода и сильного охлаждения зоны горения.

При работе в рассматриваемом производственном помещении также теоретически возможен пожар, т.к. помещение оснащено электропроводкой и ЭВМ. В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество тепла, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 100°C. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Учебная аудитория обеспечена следующими средствами противопожарной защиты: [12]

- 1) «План эвакуации людей при пожаре»;
- 2) Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;
- 3) Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;
- 4) Углекислотный огнетушитель;
- 5) Система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- правильная эксплуатация оборудования;
- правильное содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Возникновение пожара при работе с ЭВМ может быть по причинам как электрического (короткое замыкание, перегрузки по току, статическое электричество), так и неэлектрического характера (халатное обращение с огнем, самовоспламенение и самовозгорание веществ).

В условиях пожара первоочередной задачей является спасение людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара, поэтому каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое

исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а при нецелесообразности эвакуации была обеспечена защита людей в объекте. Для этого необходимо:

- установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- обеспечить возможность беспрепятственного движения по эвакуационным путям;
- организовать при необходимости управление движением людей по эвакуационным путям (световые указатели, звуковые и речевые оповещатели и т. д.);
- применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара (убежища и т. д.);
- применение систем противодымной защиты должно обеспечивать незадымление, снижение температуры и удаление продуктов горения на путях эвакуации в течение времени, необходимого для эвакуации.

В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система оповещения людей о пожаре [9].

Согласно СНиП 21-01-97 [12], по взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу П. К этому классу относятся помещения, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварии или неисправностей.

Заключение

В настоящее время имеется вся необходимая информация о способах извлечения, физико-химических свойствах, областях применения различных компонентов зол. Проведены опытно-промышленные испытания материалов, в состав которых входят зольные отходы. Коммерческая целесообразность и рентабельность утилизации этих компонентов подтверждается многолетней практикой их использования в странах Европы, Юго-Восточной Азии, Японии, Северной и Латинской Америки.

При современном уровне развития технологий горного производства существует всего два по-настоящему эффективных способа минимизации экологических последствий масштабного перераспределения минерального вещества (как естественного, так и техногенного). В угледобывающей отрасли - это повторная закладка породы в выработки либо полная промышленная утилизация отходов. Первый путь дорог, далеко не всегда может быть реализован на практике, и рядом специалистов рассматривается как морально устаревший. Поэтому сегодня многие страны пошли по пути использования в качестве сырья не природных, а техногенных материалов и изготовления из них принципиально новых видов продукции.

Результаты минералогических исследований позволяют утверждать, что энергетические золы углей Северской ТЭЦ содержат весь спектр известных на сегодняшний день микросферических образований, зафиксированных в составе золошлаков. Возможность их применения в перечисленных областях производства не вызывает сомнения.

Список литературы

Опубликованная

1. Абдель Азиз Фавзи Махмуд Эль Шинави Эль Хайес. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия нижней части бассейна реки томи (Томская область) Томск, 2012. - 218 с. Гидрогеология/Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение 61 12-4/133
2. Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А., Рихванов Л.П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. – Кемерово, 1999. – 248 с.
3. Делицын Л.М., Власов А.С., Мелентьев Г.Б., Рябов Ю.В., «Угольная зола: отходы или сырье?» Энергетика, экология, экономика средних и малых городов. Проблемы и пути их решения (Итоги второй Всероссийской научно-практической конференции) [Текст] / Г.Б. Мелентьев, Г.А. Чекмарева, Л.А. Жарких и др. // Экология промышленного производства. - 2003. - Вып. 2. - С. 14-16.
4. Кизильштейн Л.Я., Дубов И.В., Шпицглюз А.Л., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС — М.: Энергоатомиздат, 1995. —176 с. ил. — ISBN 5-283-02135-1
5. Кизильштейн, Л. Я. Компоненты зол и шлаков ТЭЦ / Л. Я. Кизильштейн, В. И. Дубов, А. Л. Шпинцглюз, С. Г. Парада. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.
6. Купряхин, Андрей Николаевич. Стеновые материалы на основе суглинков и остеклованных микросфер. Год: 2005. Количество страниц:171
7. Максимова Наталья Витальевна. Продукты пирогенного преобразования углевмещающих пород из горелых терриконов и золоотвалов ТЭС Южного Урала : диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук : 25.00.05 Количество страниц: 215 с. ил 61 01-4/119-4
8. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и

магистров Института природных ресурсов /Сост. Н.В. Крепша. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 53 с.

9. Поцелуев А.А., Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Микроэлементы в золах каменных углей и перспективы их комплексного извлечения.//Природный комплекс Томской области. Т.1. Геология и экология. – Томск: Издательство ТГУ, 1995. – С. 260-268

10. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 464 с.

11. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.

12. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.

13. Сокол Эллина Владимировна. Минералообразование в процессах пирогенного метаморфизма : Дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.05 : Новосибирск, 2003 461 с. РГБ ОД, 71:04-4/55

Сударева С.В. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки«Объединенный институт высоких температур

14. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 750 с.

15. Щеблыкина, Т. П. Вторичное минеральное сырье на основе золошлаковых отходов ТЭС для строительства и производства строительных материалов [Текст] / Т. П. Щеблыкина // Энергетик : Ежемесячный произв.-массовый журнал. - 2008. - N 2 . - ISSN 0013-7278

16. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Минералогия техногенных образований: учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 160 с.

Нормативная

17. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
18. Нормативные документы. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
19. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 464 с.
20. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 464 с.
21. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда".
22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.).
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. — Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2002. - 14 с.
24. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
25. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г.
26. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.
27. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.
28. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.

29. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
30. СНиП 23-05-95 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
31. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 750 с.

Интернет-ресурсы

32. Животный мир Томской области [Электронный ресурс] URL: http://shkola.tsu.ru/blog/index.php?blog=regina-blog&page=post&post_id=593
33. Карта Северска [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.ru/maps/search/google+earth+%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BA/@56.6147342,84.7817522,14.29z>
34. Карта Северска [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.ru/search?q=%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BA&newwindow>
35. Магнит А.Я. Сочнева [Электронный ресурс] URL: [https://www.google.ru/search?q=%D0%A0%D1%83%D1%87%D0%BD%](https://www.google.ru/search?q=%D0%A0%D1%83%D1%87%D0%BD%80%D1%81%D0%BA&newwindow)
36. Охрана окружающей среды /Особо охраняемая природная территория местного значения «Озерный комплекс п. Самусь» / Общие сведения [Электронный ресурс] URL: http://www.seversknet.ru/ecology/oopt/obshie_svedenia (дата обращения: 20.12.15)
- Пеноизол [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.ru/search?q=Пеноизол&newwindow>
37. Северск. Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс]URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BA> (дата обращения: 20.12.15)
38. Северская ТЭЦ Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс] Режим доступа:

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%A2%D0%AD%D0%A6

39. Кадр спутниковой съемки г. Северска через сервис Google Earth URL:

<https://www.google.com/maps/place/%D0%A1>

40. Сравнительный метод определения по С.А. Вахромееву [Электронный ресурс] URL:

<https://www.google.ru/search?q=%D0%A1%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B>

41. Электронный микроскоп Hitachi S-3400N [Электронный ресурс] URL:

<https://www.google.ru/search?q=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%>